PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G05D 16/20

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/48332

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 29. Oktober 1998 (29.10.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/02128

(22) Internationales Anmeldedatum: 11. April 1998 (11.04.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 16 135.9	18. April 1997 (18.04.97)	DE
197 44 696.5	10. Oktober 1997 (10.10.97)	DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG [DE/DE]; D–88038 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: FREI, Walter [DE/DE]; Rosenstrasse 8, D–88045 Friedrichshafen (DE). GIERER, Georg [DE/DE]; Zehntscheuerstrasse 44, D–88079 Kressbronn (DE). REMMLINGER, Hubert [DE/DE]; Wolfgangstrasse 13, D–88046 Friedrichshafen (DE). MAYR, Karlheinz [IT/DE]; Halbinselstrasse 42, D–88142 Wasserburg (DE). SCHMID, Wolfgang [DE/DE]; Bleichweg 30, D–88085 Langenargen (DE). SCHMIDT, Thilo [DE/DE]; Drehwinkel 12, D–88074 Meckenbeuren (DE). RUNGE, Wolfgang [DE/DE]; Urbanstrasse 18, D–88214 Ravensburg (DE).

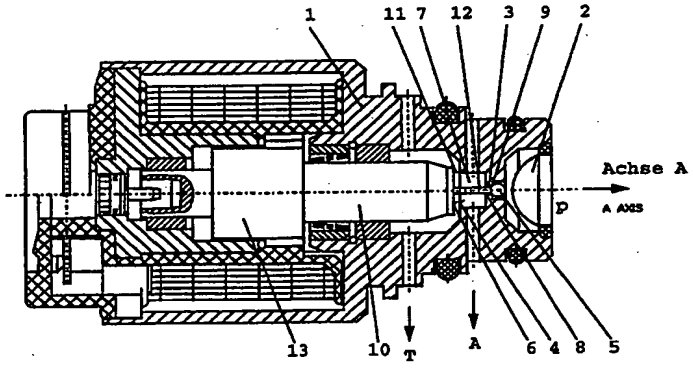
(74) Gemeinsamer Vertreter: ZF FRIEDRICHSHAFEN AG; D–88038 Friedrichshafen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: PRESSURE REGULATING VALVE

(54) Bezeichnung: DRUCKREGELVENTIL



(57) Abstract

The invention relates to a pressure regulating valve comprising a connection for a pressure line (P), a connection for a working pressure line (A), a connection for an outlet line (T) in communication with the ambient pressure, and at least two diaphragm stages with defined or definable drag, the two diaphragm stages being connected to each other in a variable manner and subject to mechanical or hydraulic action according to the principle of the hydraulic half bridge. The two variable diaphragm stages are configured as the inlet and outlet diaphragms of a pressure regulating chamber (7) and each have a sealing element. The sealing element (5) of the inlet diaphragm (3) is embodied as a ball or calotte or truncated cone or cylinder and/or the sealing element of the outlet diaphragm is embodied as a ball or calotte or truncated cone or cylinder.

(57) Zusammenfassung

Druckregelventil, mit einem Anschluß für eine Druckleitung (P), einem Anschluß für eine Arbeitsdruckleitung (A) und einem Anschluß für eine Auslaßleitung (T) zum Umgebungsdruck und mit mindestens zwei Blendenstufen mit definiertem oder definierbarem Strömungswiderstand, wovon zwei Blendenstufen variabel und unter mechanischer bzw. hydraulischer Einwirkung nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke gekoppelt sind. Die beiden variablen Blendenstufen sind als Einlaß– und Auslaßblende eines Regeldruckraums (7) vorgesehen und weisen jeweils einen Verschlußkörper auf, wobei der Verschlußkörper (5) der Einlaßblende (3) als Kugel oder Kalotte oder Kegelstumpf oder Zylinder und/oder der Verschlußkörper der Auslaßblende als Kugel oder Kalotte oder Kegelstumpf oder Zylinder ausgebildet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Druckregelventil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Proportional-Druckregelventil vom 3/2-Wegetyp, bestehend aus einem Ventilgehäuse, das einen Regeldruckraum aufweist und mit einer Druckmittelzuführleitung, mit einer mit dem Verbraucher in Verbindung stehenden Arbeitsdruckleitung und einer Druckmittelsumpfleitung und mit mindestens zwei Blendenstufen mit definiertem oder definierbarem Strömungswiderstand, wovon zwei Blendenstufen nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke miteinander gekoppelt sind.

Die DE-C 44 26 152 beschreibt ein elektromagnetisches Druckregelventil, insbesondere für die Schaltdruckregelung von automatischen Kraftfahrzeuggetrieben, das ein Ventilgehäuse und einen von einem Magnetanker betätigbaren und mit diesem verbundenen Steuerschieber aufweist, das Anschlüsse von einem Druckmittelzulauf zu einem Verbraucheranschluß bzw. einem Rücklauf oder Tank steuert. Der Steuerschieber ist in einer hinteren und in einer vorderen Lagerstelle im Ventilgehäuse gelagert und über eine Einstellfeder vorgespannt. Mit diesem Druckregelventil kommt es zu keinen Veränderungen der Ventilkennung über die Lebensdauer aufgrund von Problemen durch Schmutzöl, da ein Druckgefälle bezüglich einer Durchströmung, insbesondere des schmutzempfindlichen Ankerraumes, vermieden wird. Im Eintrittsbereich am Lagerspalt und an der Austrittsöffnung des Stromfadens aus der Lüfterbohrung herrscht das gleiche Geschwindigkeits-energiepotential.

Aus der US 3,916,932 ist ferner ein Ventil bekannt, welches zwei nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke

gekoppelte Blendenstufen aufweist und als Mengenregler zur Teilung eines Druckmittelstromes in einem Haupt- und einem Nebenstrom Verwendung findet.

Bekannte Ventile weisen oft den Nachteil auf, daß sie entweder einen minimalen Arbeitsdruck nahe Null bar erreichen oder daß der Leckagefluß des Druckmittels bei minimalem Arbeitsdruck annähernd zu Null minimiert ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Proportional-Druckregelventil, insbesondere für die Schaltdruckregelung von automatischen Kraftfahrzeuggetrieben zu schaffen, bei dem der minimale Arbeitsdruck nahezu Null ist und der Leckagefluß des Druckmittels in der Endstellung des Steuerschiebers mit minimalem Arbeitsdruck annähernd zu Null minimiert ist und welches eine Anpassung der Strömungseigenschaften des Ventils an die jeweiligen Einsatzbedingungen ermöglicht.

Ausgehend von einem Druckregelventil der eingangs näher genannten Art erfolgt die Lösung dieser Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmalen; vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Das Druckregelventil ist als gekoppeltes Drossel- oder Blendensystem ausgebildet (im folgenden wird stellvertretend für Drossel oder Blende der Begriff Blende verwendet). Das gekoppelte Blendensystem besteht aus zwei mechanisch, bzw. hydraulisch gekoppelten Regelblenden. Diese Regelblenden sind nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke verschaltet. Vor den beiden Regelblenden kann eine Festblende vorgeschaltet sein. Dieses gekoppelte Blendensystem weist

drei Anschlüsse auf: eine Druckmittelzufuhrleitung (Anschluß P), eine Arbeitsdruckleitung zum Verbraucher (Anschluß A) und eine Druckmittelsumpfleitung zum Druckmittelsumpf (Anschluß T). Der Anschluß P ist eingangsseitig vor der ersten Regelblende bzw. der Festblende, der Anschluß A ist z. B. zwischen den beiden Regelblenden angeordnet und der Anschluß T befindet sich ausgangsseitig hinter der zweiten Regelblende. Jede der Blenden stellt einen Strömungswiderstand dar. Die beiden Regelblenden sind dabei verstellbare Strömungswiderstände. Das Funktionsprinzip dieses druckgeregelten Ventils arbeitet analog dem eines elektrischen Spannungsteilers mit zwei gekoppelt verstellbaren Schiebewiderständen bzw. mit einem vorgeschalteten Festwiderstand und zwei gekoppelt verstellbaren Schiebewiderständen. Jede der Blenden bewirkt einen gewissen Druckabfall. Eingangsseitig der ersten Regelblende bzw. der Festblende herrscht Zulaufdruck vor, während ausgangsseitig nach der zweiten Regelblende Umgebungsdruck herrscht. Der Druck zwischen den beiden Regelblenden ist je nach Öffnung der Blenden zwischen Umgebungsdruck und Zulaufdruck einstellbar. Die beiden Regelblenden bilden dabei Einlaß- und Auslaßöffnung eines Regeldruckraumes und weisen jeweils einen Verschlußkörper zum Öffnen und Schließen der Blenden auf. Dabei ist erfindungsgemäß der Verschlußkörper der Einlaßblende als Kugel oder Kalotte oder Kegelstumpf oder Zylinder und/oder der Verschlußkörper der Auslaßblende als Kugel oder Kalotte oder Kegelstumpf oder Zylinder ausgebildet, d. h., daß einerseits ein Verschlußkörper im Einlaß oder im Auslaß als Kugel, Kalotte, Kegelstumpf oder Zylinder ausgebildet ist. Andererseits können auch beide Verschlußkörper als Kugel, Kalotte, Kegelstumpf oder Zylinder ausgebildet sein, wobei beide Verschlußkörper entweder dieselbe oder auch unterschiedliche Formen haben können. Vor-

teilhafterweise können somit die Ein- und Ausströmcharakteristik der beiden Regelblenden auf die jeweilige Einsatzbedingung des Ventils bestmöglichst eingestellt werden. Dabei ist beispielsweise die Art jeder einzelnen Blende als Sitz- oder Schieberventil und somit die Form der Dichtfläche sowie auch die Druckverstärkung durch jede Blende individuell einstellbar.

Die beiden Regelblenden sind durch einen Steuerschieber gekoppelt. Dabei müssen die Blenden, insbesondere die Verschlußkörper, nicht starr bzw. einstückig mit dem Steuerschieber verbunden sein, sondern können auch separat ausgebildet sein und lose an dem Steuerschieber anliegen, wobei die Anlagekraft durch den Strömungswiderstand einer losen Blende im Druckmittelstrom hervorgerufen wird. Durch Bewegung des Steuerschiebers in eine Richtung wird der Querschnitt der Einlaßblende vergrößert und gleichzeitig derjenige der Auslaßblende verringert. Bei Bewegung des Steuerschiebers in Gegenrichtung verändern sich die Querschnitte in umgekehrter Weise. Dies entspricht dem Funktionsprinzip einer hydraulischen Halbbrücke. Dabei kann es, je nach Ausgestaltung der Kopplung, Positionen des Steuerschiebers geben, bei denen eine Blende bereits voll geöffnet ist, während die andere noch nicht völlig geschlossen ist (negative Überdeckung der Steuerkanten). Bei einem möglichen Betriebszustand ist die Einlaßblende bereits vollständig geöffnet und die Auslaßblende noch nicht völlig geschlossen. Das System zweier gekoppelten Regelblenden reduziert sich in diesem Betriebszustand auf ein System mit fester Einlaßblende und regelbarer Auslaßblende.

Ist bei einem System zweier gekoppelter Regelblenden mit vorgeschalteter Festblende der Strömungswiderstand der Einlaß-Regelblende deutlich geringer als derjenige der vorgeschalteten Festblende, so fällt die Einlaß-Regelblende für den sich einstellenden Regeldruck nicht mehr ins Gewicht. Das System aus einer vorgeschalteten Festblende mit zwei nachfolgenden, gekoppelten Regelblenden reduziert sich in diesem Betriebszustand auf ein System mit fester Einlaßblende und regelbarer Auslaßblende. Mittels eines jeweils solchen reduzierten Systems werden beispielsweise nach dem gegenwärtigen Stand der Technik mechanische Schaltdrücke zur Getriebesteuerung geregelt. Das bedeutet, in diesem Betriebszustand kann die bei herkömmlichen Sitzventilen über Jahre gewonnene Erfahrung genutzt werden.

Das System mit zwei gekoppelten Regelblenden hat gegenüber dem System mit einer Regelblende und einer Festblende den Vorteil, daß bei voll geöffneter Auslaßblende der Durchfluß nicht wie im System aus Fest- und Regelblende maximal ist, sondern durch den Verschluß der Einlaßregelblende zu Null minimiert wird. Selbiges gilt auch bei zusätzlich vorgeschalteter Festblende. Der Betriebszustand „voll geöffnete Auslaßblende" entspricht in beiden Systemen und in dem reduzierten System mit fester Einlaßblende und regelbarer Auslaßblende dem minimalen Regeldruck. Im System mit zwei gekoppelten Regelblenden - mit oder ohne vorgeschalteter Festblende - wird dieser niedrigste, einstellbare Regeldruck durch Abriegelung des Einlasses auf Umgebungsdruck jenseits des Auslasses minimiert, während im System aus Fest- und Regelblende ein endlicher Restdruck durch hydrodynamische Effekte verbleibt. Der mittlere Durchfluß ist im System aus Fest- und Regelblende höher. Dies bringt eine höhere Verlustleistung im Vergleich zum

System mit zwei gekoppelten Regelblenden mit sich. Ein weiterer Vorteil ist, daß infolge des geringeren maximalen Durchflusses die Pumpe zum Bereitstellen des Zulaufdruckes schwächer dimensioniert werden kann.

Gemäß einer ersten Ausbildung der Erfindung ist das Druckregelventil als ein System von zwei mechanisch oder hydraulisch gekoppelten, variablen Blendenstufen aufgebaut. Dieses zeichnet sich vorteilhafterweise durch einen einfachen, kostengünstigen Aufbau aus.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Ventil als ein System von drei Blendenstufen aufgebaut, mit einer ersten druckseitigen, festen Blendenstufe und zwei gekoppelten variablen Blendenstufen, wodurch mehrere Einstellmöglichkeiten der Strömungseigenschaften bestehen als bei der vorgenannten Ausbildung von nur zwei variablen Blendenstufen.

Dieses erfindungsgemäße Druckregelventil wird vorteilhaft zur Regelung des Hydraulikdrucks zum Betätigen von Getriebeschaltungen verwendet.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die zwei variablen Blendenstufen in einem Bauteil untergebracht. Die Einlaßblende in den Regeldruckraum ist in Form von einer eine Zulauföffnung bildende Bohrung durch ein Ventilgehäuse dargestellt, die mit einem Verschlußkörper überdeckt werden kann. Die Auslaßblende ist in Form eines Sitzventils ausgebildet, in dem eine axiale Wandfläche des Ventilgehäuses eine Dicht- bzw. Stirnfläche eines Verschlußkörpers, insbesondere einer Ankerstange, überdeckt. Ein stiftförmiger Steuerschieber, der sich in axia-

ler Richtung an die Ankerstange anschließt, kann den Verschlußkörper der Einlaßblende aus seinem Sitz herausschieben. Der Steuerschieber stellt die beiden Blenden gekoppelt ein, indem er einerseits den Einlaßblendenquerschnitt durch Überdeckung der Zulauföffnungsfläche mit dem Verschlußkörper festlegt und andererseits die Auslaßblendenfläche durch den Abstand zwischen der axialen Wandfläche und der Stirnfläche bestimmt. Bei geschlossenem Auslaß liegt die Stirn- bzw. Dichtfläche der Ankerstange an der Wandfläche des Ventilgehäuses an. Der stiftförmige Steuerschieber schiebt dabei den Verschlußkörper der Einlaßblende aus seinem Sitz in der Zulauföffnung heraus. Die Zulauföffnung in den Regeldruckraum ist in dieser Stellung vollständig freigegeben. Durch axiale Bewegung des Steuerschiebers öffnet sich die Auslaßblende und bewirkt einen Druckabfall in dem Regeldruckraum und damit in der Arbeitsleitung. Bei weiterem Öffnen des Auslaßquerschnitts wird der stiftförmige Steuerschieber weiter zurückgezogen. Der Verschlußkörper der Einlaßblende nähert sich damit der Zulauföffnung, und der effektive Zulaufquerschnitt nimmt ab. Bei nahezu vollständig geöffnetem Auslaß wird die Zulauföffnung völlig abgeriegelt. Der Regeldruckraum wird dann vom Zulauf komplett getrennt und es stellt sich dort Umgebungsdruck ein.

Der Verschlußkörper muß nicht einteilig mit dem Steuerschieber bzw. der Ankerstange verbunden sein, d. h., die Bauteile sind zwei- oder mehrteilig ausgeführt. Die Strömung bzw. der Druck des Druckmittels läßt ihn an dem Steuerschieber anliegen und führt ihn beim Rückzug des Steuerschiebers diesem nach. Vorteilhafterweise ist zur Aufnahme des Verschlußkörpers, insbesondere, wenn dieser nicht einstückig mit dem Steuerschieber verbunden ist, ein Käfig

vorgesehen, welcher auch zur gezielten Einstellung der Einströmcharakteristik eingesetzt werden kann.

Da die Zulauföffnung einen Teil der Stirnfläche einer zylinderförmigen Ventilkammer bildet, hat die auf diese Fläche wirkende Kraft eine axiale Komponente, so daß zum Öffnen dieses Zulaufs durch axiales Verschieben des Steuerschiebers und damit Entfernen des Verschlußkörpers aus seinem Sitz in der Zulauföffnung bei unterschiedlichem Druck in dem Regeldruckraum und Zulauf eine hydrostatische Haltekraft zu überwinden ist. Diese Haltekraft ergibt sich aus der Differenz des mittleren Druckes in dem Zulauf und dem Regeldruckraum multipliziert mit der Fläche der Zulauföffnung. Daher wird die Zulauföffnung nicht zu groß dimensioniert, um eine akzeptable Ventilkennung zu erhalten. Bei geöffnetem Ventil ergibt sich die Axialkraft auf den Anker als Summe des Produktes aus einem Mittelwert des Druckes in dem Regeldruckraum, der näherungsweise dem Arbeitsdruck im Verbraucher entspricht, und der freien Ankerfläche (volle Ankerfläche minus Querschnittsfläche des Steuerschiebers) und der durch den Staudruck bewirkten Kraft auf den Verschlußkörper.

Vorteilhafterweise ist der Verschlußkörper einstückig mit dem Steuerschieber ausgebildet.

In einer technischen Variante werden die beiden Blenden mechanisch gekoppelt durch einen Steuerschieber geregelt, der durch beide Blendenöffnungen hindurchragt und über seine axiale Ausdehnung einen doppelseitigen Konus mit einer Verjüngung in seiner Mitte besitzt. An seinen axial äußeren Enden nimmt der Querschnitt des Steuerschiebers derart zu, daß er die Blendenöffnungen völlig verschließen

kann. Durch Bewegung in die eine oder andere axiale Richtung verschließt er damit die Einlaß- oder Auslaßblende.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung dieser technischen Variante der Erfindung ist den beiden mechanisch gekoppelten Blenden eine Festblende vorgeschaltet.

Vorzugsweise wird das Druckregelventil magnetisch betätigt. Die Stellkraft dieses Druckregelventils ist dabei die Kraft, die ein Elektromagnet auf das induzierte, magnetische Moment eines Weicheisenankers ausübt. Der Weicheisenanker ist vorteilhaft auf der Ankerstange aufgepreßt.

Als technische Variante kann das Druckregelventil auch piezoelektrisch oder pneumatisch betätigt werden.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind drei Blenden in einem diskreten Bauteil untergebracht. Die drei Blenden setzen sich aus einer zulaufseitigen Festblende und zwei gekoppelten Regelblenden zusammen. Die zulaufseitige Festblende kann dabei als vorgeschaltete Blende, aber auch als Drossel in Form von einer oder mehrerer Bohrungen ausgeführt sein. Die gekoppelten Regelblenden bilden Einlaß und Auslaß eines Regeldruckraums. Die geregelte Einlaßblende wird durch mindestens eine radiale Zulaufbohrung durch ein Ventilgehäuse in Zusammenwirken mit einem Steuerschieber dargestellt, der sich teilweise in den zylinderförmigen, hohlen Regeldruckraum hinein erstreckt. Dieser Steuerschieber ist innerhalb des Regeldruckraumes über eine gewisse Länge axial beweglich. Der Steuerschieber besteht aus einer Hülse, die paßgenau in dem zylinderförmigen Regeldruckraum gleiten kann, und mindestens einem vorzugsweise stegförmigen Verbindungsstück zu

einer Stirnfläche einer Ankerstange. Diese Stirnfläche ist größer als die axiale Querschnittsfläche des Regeldruckraumes. Die Querschnittsfläche der Einlaßbohrung(en) kann durch die Mantelfläche der Hülse in beliebigem Umfang verschlossen werden. Die axiale Außenwand der Hülse stellt dabei die Steuerkante der Einlaßblende dar, wobei diese als Schieberventil wirkt. Die Auslaßblende wird durch ein Sitzventil gebildet, in dem eine axiale Wandfläche des Ventilgehäuses die Stirnfläche der Ankerstange überdeckt. Das stegförmige Verbindungsteil stellt die mechanische Kopplung zwischen den Steuerkanten dar. Bei geschlossenem Auslaß liegt die Stirnfläche der Ankerstange an der Wandfläche des Ventilgehäuses an. Die Hülse ragt dabei in den zylinderförmigen Regeldruckraum so weit hinein, daß sich die radiale(n) Zulaufbohrung(en) zwischen Hülse und Ankerstangen-Stirnfläche befindet (befinden). Die Zulaufbohrung(en) ist (sind) in dieser Stellung vollständig freigegeben. Durch axiale Bewegung des Steuerschiebers öffnet sich die Auslaßblende und bewirkt einen Druckabfall in dem Regeldruckraum und damit in der Arbeitsleitung. Bei weiterem Öffnen des Auslaßquerschnitts beginnt die Einlaßsteuerkante, den Querschnitt der radialen Zulaufbohrung(en) zu überstreichen. Bei nahezu vollständig geöffnetem Auslaß wird (werden) die Zulaufbohrung(en) völlig abgeriegelt. Der Regeldruckraum wird dann vom Zulauf komplett getrennt und es stellt sich dort Umgebungsdruck ein. Vorteilhaft sind in dieser Ausgestaltung der Erfindung die Ankerstange und der aus dem stegförmigen Verbindungsteil und der Hülse bestehende Steuerschieber einteilig ausgeführt. Die Fertigung als Drehteil bietet sich an, wobei das den Steuerschieber bildende Ende als Hohlzylinder ausgedreht wird und anschließend ein Fräsarbeitsgang quer zur Drehachse zwei axial verlaufende Hohl-

zylindersegmente als Stege übrig läßt, die das Verbindungsteil zwischen Ankerstange und Hülse darstellen.
Da die Einlauföffnung(en) an der Mantelfläche einer zylinderförmigen Ventilkammer angeordnet ist (sind), hat die auf diese Fläche wirkende Kraft keine axiale Komponente, so daß zum Öffnen dieses Einlaufs (dieser Einläufe) durch axiales Verschieben der Hülse bei unterschiedlichem Druck in dem Regeldruckraum und Zulauf keine hydrostatischen Haltekräfte zu überwinden sind. Die Axialkraft auf den Anker ergibt sich als Produkt aus einem Mittelwert des Druckes in dem Regeldruckraum, der näherungsweise dem Arbeitsdruck im Verbraucher entspricht, und der vollen Ankerfläche (freie Ankerfläche plus Querschnittsfläche des Verbindungsstücks).

Die über das stegförmige Verbindungsstück mit der Ankerstange verbundene Hülse kann bei entsprechender Materialpaarung direkt im Ventilgehäuse als hydraulikseitiges Lager aufgenommen werden.

Vorzugsweise sind die Ankerstange und der Steuerschieber einteilig ausgeführt.

Vorzugsweise weist die Einlaßregelblende mehrere radiale Zulaufbohrungen im Ventilgehäuse auf, die über einen Ringkanal mit der vorgeschalteten Festblende verbunden sind.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist eine Dichtfläche auf einer Stirnseite der Ankerstange vorgesehen, wobei diese Dichtfläche mit einer korrespondierenden Dichtfläche am Ventilgehäuse zusammenwirkt und somit eine Flachsitzdichtung mit besten Dichteigenschaften ermöglicht.

In einer weiteren Ausbildung wird nun vorgeschlagen, den Bereich zwischen der als Dichtfläche ausgebildeten Stirnfläche der Ankerstange und dem Steuerschieber kegelstumpfförmig auszubilden. Damit werden vorteilhafterweise die guten Dichteigenschaften eines Flachsitzes mit einer günstigen, nämlich möglichst niedrigen, Ausbildung der Druckverstärkung durch den Kegelstumpf kombiniert, wobei die Basis des Kegelstumpfes auf der Stirnfläche der Ankerstange angeordnet ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert, in der vorteilhafte Ausführungsbeispiele dargestellt sind.
Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzip-Schaltbild eines Druckregelventils mit zwei gekoppelten Regelblenden;

Fig. 2 ein Prinzip-Schaltbild eines Druckregelventils mit zwei gekoppelten Regelblenden und einer vorgeschalteten Festblende;

Fig. 3 einen Schnitt durch ein Druckregelventil in einer ersten Ausgestaltung der Erfindung;

Fig. 4 eine technische Variante dieses erfindungsgemäßen Druckregelventils mit einem Steuerschieber, der durch beide Blendenöffnungen hindurchragt und über seine axiale Ausdehnung eine konische Verjüngung in seiner Mitte besitzt;

Fig. 5 ein Druckregelventil gemäß Fig. 4, jedoch mit einer zusätzlichen vorgeschalteten Festblende;

Fig. 6,7 zwei um 90 Grad zueinander versetzte Schnitte durch den wesentlichen Teil einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Druckregelventils;

Fig. 8 einen Schnitt entlang der Linie A-A von Fig. 7;

Fig. 9 ein Verbundteil aus Anker, Ankerstange und Steuerschieber in der letzteren Ausgestaltung der Erfindung;

Fig. 10 ein Druckstrom-Leckagediagramm und

Fig. 11 bis 42 schematische Darstellungen von Druckregelventilen mit unterschiedlichen Kombinationen der Verschlußkörper, wobei die jeweils untere Darstellung im wesentlichen der oberen entspricht, jedoch zusätzlich noch eine vorgeschaltete Festblende zeigt.

Das Druckregelventil in der ersten Ausgestaltung der Erfindung, wie es in Fig. 3 dargestellt ist, wirkt als 3/2-Wegeventil mit Abriegelung des Druckmittels in der Druckmittelzuführung 2 bei großen Arbeitshüben. Die Funktion entspricht dabei derjenigen einer hydraulischen Halbbrücke. Die Druckmittelzuführung 2 mündet vorzugsweise über eine axial angeordnete Zulaufbohrung in den Regeldruckraum 7. In herkömmlicher Weise weist das Druckregelventil, dessen Gehäuse mit 1 bezeichnet ist, einen Elektromagneten auf, der einen Anker 13 in Richtung der Achse A gegen die Wirkung einer Feder verschiebt. Der Anker 13 stellt über eine Ankerstange 10 den Steuerschieber 12. Der Steuerschieber 12, der sich an die als Dichtfläche ausgebildete Stirnfläche 6 der Ankerstange 10 anschließt, ist in Form eines Stiftes ausgeführt, der einen als Kugel ausgebildeten Verschlußkörper 5 aus seinem Sitz in der Zulauföffnung 8 herausschieben

kann. Ankerstange 10, Steuerschieber 12 und Verschlußkörper 5 können ein-, zwei-, drei- oder mehrstückig ausgebildet sein. In einer Endstellung des Druckregelventils verschließt der Verschlußkörper 5 die Bohrung der Zulauföffnung 8 der Druckmittelzuführung 2 in den Regeldruckraum 7 vollständig. In der anderen Endstellung liegt die als Steuerkante 11 des Ablaufs wirkende Stirnfläche 6 axial an der Wandfläche 4 des Ventilgehäuses 1 an. Gleichzeitig wird der Verschlußkörper von dem stiftförmigen Steuerschieber 12 aus seinem Sitz herausgeschoben und die Zulauföffnung 8 der Druckmittelzuführung 2 freigegeben, so daß das unter Druck stehende Druckmittel vollständig den Regeldruckraum 7 und damit den Verbraucher mit Druck beaufschlagt. In beiden Endstellungen der Ankerstange 10 bzw. des Steuerschiebers 12 ist der Druckmittelstrom einerseits durch Absperrung des Zulaufs zum Regeldruckraum 7, andererseits des Ablaufs zum Druckmittelsumpf unterbrochen. Dazwischen erreicht bei zunehmendem Druck p des in den Regeldruckraum 7 einfließenden Druckmittels der Volumenstrom Q ein Maximum, wie es aus Fig. 10 hervorgeht.

Die vollständige Absperrung der Zulauföffnung 8 der Druckmittelzuführung 2 durch den Verschlußkörper 5 bewirkt also eine Minimierung der Druckmittelleckage, wobei wegen der axialen Druckmittelzuführung das Druckmittel eine geringe staudruckbedingte Axialkraft auf den Verschlußkörper 5 und damit auf den Steuerschieber 12 und die Ankerstange 10 ausübt. Die Stellkräfte zum Verschieben des Steuerschiebers 12, d. h. zum Verrücken des Verschlußkörpers 5 aus seinem Sitz in der Zulauföffung sind aber gering. Die interne Druckrückführung von dem Regeldruckraum 7 auf die als Ankerwirkfläche wirkende Dichtfläche 6 der Ankerstange 10 ermöglicht eine unkomplizierte Regelfunktion. Der

Ankerraum ist wie bei dem herkömmlichen, in DE-C 44 26 152 beschriebenen, in Serie verbauten Sitzventil drucklos. Die bei herkömmlichen 2/2-Sitzventilen auftretende Problematik, daß dieser drucklose Ankerraum durch Eintreten des Leckage-Druckmittels durchspült wird und sich dabei Eisenabriebteilchen als Verschmutzung absetzen, wird bei dem erfindungsgemäßen Druckregelventil durch die Abriegelung des Zulaufs in die Regeldruckkammer in der Endstellung „minimaler Arbeitsdruck" verringert, denn: bei herkömmlichen 2/2-Wege-Druckregel-Sitzventilen ist in der Stellung „minimaler Druck" der Durchfluß maximal und damit auch der Zustrom und der Eintrag der Verschmutzungsteilchen. Schließlich erzielt man einen größeren nutzbaren Druckbereich, da kein durch den Staudruck bedingter Restdruck auftritt (Fig. 10). Späne der Größenklasse bis 200 µm Durchmesser, wie sie z. B. als Erstmontageschmutz auftreten, können an der Steuerkante 9, die durch das Zusammenwirken des Verschlußkörpers 5 und der Zulaufbohrung gebildet wird, eingeklemmt werden. In diesem Arbeitshub kann der Zulauf nicht vollständig abgeriegelt werden. Es verbleibt ein geringer Durchfluß zum Druckmittelsumpf. Ein Festfressen des Verschlußkörpers 5 durch diesen Spaneintrag ist infolge der geringen Verschiebekräfte in dieser Stellung des Steuerschiebers 12 oder im Fall eines losen Verschlußkörpers 5 infolge der geringen Staudruckkräfte des Druckmittels auf den Verschlußkörper 5 nicht möglich. Die aufgrund der geringen Verschiebekräfte geringen Klemmkräfte führen nicht zu einer Beschädigung der Steuerkante durch Eindrücken des Spans. Wird beim nächsten Arbeitshub die Zulaufbohrung wieder geöffnet, wird der Span wieder freigegeben.

Das Druckregelventil in der zweiten Ausgestaltung der Erfindung, wie es teilweise und schematisch in den Fig. 6 bis 9 dargestellt ist, wirkt als 3/2-Wegeventil mit Abriegelung des unter Druck stehenden Druckmittels in der Druckmittelzufuhrleitung 2 bei großen Arbeitshüben. Die Funktion entspricht dabei derjenigen einer hydraulischen Halbbrücke mit einer zusätzlichen, fest eingestellten, vorgeschalteten Zulaufblende 3. Die Druckmittelzufuhrleitung 2 mündet vorzugsweise über mehrere radial angeordnete Zulaufbohrungen in den Regeldruckraum 7. In herkömmlicher Weise weist das Druckregelventil, dessen Gehäuse mit 1 bezeichnet ist, einen nicht dargestellten Elektromagneten auf, der einen Anker 13 in Richtung der Achse A gegen die Wirkung einer Feder verschiebt. Der Anker 13 stellt über eine Ankerstange 10 den Steuerschieber 12. Der Steuerschieber 12, der sich an die Dichtfläche 6 der Ankerstange 10 anschließt, besteht aus zwei Stegen 108 und einer Hülse 105. Ankerstange 10 und Steuerschieber 12 sind einteilig ausgeführt. Dabei wird das Verbundteil aus Ankerstange 10 und Steuerschieber 12 als Drehteil gefertigt. An der Stirnfläche 6 der Ankerstange 10, d. h. an dem Übergang der Funktionseinheiten Ankerstange 10 und Steuerschieber 12, verringert sich der Durchmesser dieses Drehteils auf der Seite des Steuerschiebers 12. Der Steuerschieber 12 wird als Hohlzylinder ausgedreht. Im Bereich des Verbindungsteils zwischen Ankerstange 10 und Hülse 105 wird der Hohlzylinder quer zur Drehachse insoweit abgefräst, daß von ihm nur zwei axial verlaufende Stege 108 zurückbleiben. Der Durchmesser dieses Hohlzylinders, aus dem die Hülse 105 und die Stege 108 herausgearbeitet werden, ist derart an den Durchmesser des Regeldruckraumes 7 angepaßt, daß die Hülse 105 paßgenau gleiten kann. In einer ihrer Endstellungen verschließt dabei die Hülse 105 die Zulaufbohrungen der Druckmittelzufuhrleitung 2 in den Re-

geldruckraum 7 vollständig. In der anderen Endstellung liegt die als Steuerkante 11 des Ablaufs wirkende Dichtfläche 6 axial an der Wandfläche 4 des Ventilgehäuses 1 an. Gleichzeitig werden die Zulaufbohrungen der Druckmittelzufuhrleitung 2 freigegeben, so daß das unter Druck stehende Druckmittel vollständig den Regeldruckraum 7 und damit den Verbraucher mit Druck beaufschlagt. In beiden Endstellungen des Verbundes aus Anker 13, Ankerstange 10 und Steuerschieber 12 ist der Druckmittelstrom - gleichsam wie in der ersten Ausgestaltung der Erfindung - einerseits durch Absperrung des Zulaufs zum Regeldruckraum 7, andererseits des Ablaufs zum Druckmittelsumpf unterbrochen. Dazwischen erreicht bei zunehmendem Druck p des in den Regeldruckraum 7 einfließenden Druckmittels der Volumenstrom Q ein Maximum, wie es aus Fig. 10 hervorgeht.

Die vollständige Absperrung der Zulaufbohrungen der Druckmittelzufuhrleitung 2 durch die Hülse 105 bewirkt also wie in der ersten Ausgestaltung der Erfindung eine Minimierung der Druckmittelleckage, wobei im Gegensatz zur ersten Ausgestaltung der Erfindung die radialen Druckmittelzuführungen keine staudruckbedingte Axialkraft auf die Hülse 105 ausüben. Dadurch sind die Stellkräfte zum Verschieben der Hülse 105 gering. In der axialen Position des Steuerschiebers 12, in der die Steuerkante 9 der Hülse 105 den Zulauf gerade teilweise abdeckt, ist der mit dem Steuerschieber 12 verbundene Anker 13 in seiner relativen Lage zum Elektromagneten noch in einer ungünstigen Position geringer Magnetkräfte. Die durch die Geometrie des Zulaufs bedingten geringen Verschiebekräfte der Hülse 105 können jedoch mühelos von dem Magneten aufgebracht werden. Die interne Druckrückführung von dem Regeldruckraum 7 auf die als Ankerwirkfläche wirkende Dichtfläche 6 der Ankerstange 10 ermöglicht

eine unkomplizierte Regelfunktion. Bei entsprechender Materialauswahl der Hülse und des Ventilgehäuses erhält man direkt ein hydraulikseitiges Gleitlager für das Sitzventil 4, 6. Das Verbundteil aus Ankerstange 10 und Steuerschieber 12 wird einerseits über eine Lagerstelle direkt vor dem Anker 13, andererseits durch die Hülse 105 des Steuerschiebers 12 im Regeldruckraum 7 gelagert. Das Paßmaß des ankerseitigen Lagers ist derart dimensioniert, daß ein Eintrag von Eisenabriebteilchen verhindert wird. Der Ankerraum ist auch in dieser zweiten Ausgestaltung der Erfindung wie bei dem herkömmlichen, in DE-C 44 26 152 beschriebenen, in Serie verbauten Sitzventil drucklos. Die bei herkömmlichen 2/2-Sitzventilen auftretende Problematik, daß dieser drucklose Ankerraum durch Eintreten des Leckage-Druckmittels durchspült wird und sich dabei Eisenabriebteilchen als Verschmutzung absetzen, wird bei dem erfindungsgemäßen Druckregelventil in der zweiten wie in der ersten Ausgestaltung der Erfindung durch die Abriegelung des Zulaufs in die Regeldruckkammer in der Endstellung „minimaler Arbeitsdruck" verringert. Späne der Größenklasse bis 200 µm Durchmesser, wie sie z. B. als Erstmontageschmutz auftreten, können zwischen der Steuerkante 9, der Hülse 105 und der Zulaufbohrung eingeklemmt werden. In diesem Arbeitshub kann der Zulauf nicht vollständig abgeriegelt werden. Es verbleibt ein geringer Durchfluß zum Druckmittelsumpf. Ein Festfressen des Steuerschiebers 12 durch diesen Spaneintrag ist infolge der geringen Verschiebekräfte in dieser Stellung des Steuerschiebers 12 nicht möglich. Die aufgrund der geringen Verschiebekräfte geringen Klemmkräfte führen ähnlich wie in der ersten Ausgestaltung der Erfindung nicht zu einer Beschädigung der Steuerkante durch Eindrücken des Spans. Wird beim nächsten Arbeitshub die Zulaufbohrung wieder geöffnet, wird der Span wieder freigegeben.

In den Fig. 11 bis 18 sind Druckregelventile dargestellt, welche in der Auslaßblende einen kegelstumpfförmigen Verschlußkörper zeigen, wobei die Dichtfläche 6 auf dem Kegelmantel des Verschlußkörpers liegt. Die Verschlußkörper 5 der Einlaßblende 109 dagegen werden wahlweise durch einen Zylinder (Fig. 11, 12), eine Kugel (Fig. 13, 14) oder einen Kegelstumpf (Fig. 15, 16) als Sitzventil oder durch einen Zylinder (Fig. 17, 18) als Schieberventil gebildet. Die Verschlußkörper 5 werden dabei von einem Käfig 14 aufgenommen, welcher auch zur Bildung der Einlaßblende 109 eingesetzt werden kann (Fig. 17, 18).

In den Fig. 19 bis 26 sind Ventilausführungen gezeigt, welche für die Auslaßblende 111 einen zylindrischen Verschlußkörper vorsehen; in den Fig. 27 bis 34 sind die Verschlußkörper der Auslaßblende 111 jeweils als Kugel ausgebildet, während in den Fig. 35 bis 42 der Verschlußkörper im Auslaß 111 eine Flachsitzdichtung mit einem vorgelagerten Kegelstumpf aufweist. Die Varianten der Verschlußkörper 5 im Bereich der Einlaßblende 109 entsprechen den Ausführungen, wie sie bereits für die Fig. 11 bis 18 erläutert wurden.

Bezugszeichen

1	Ventilgehäuse
2	Druckmittelzuführung
3	Zulaufblende
4	Wandfläche/-linie
5	Verschlußkörper
6	Stirn-/Dichtfläche
7	Regeldruckraum
8	Zulauföffnung
9	Steuerkante (des Zulaufs)
10	Ankerstange
11	Steuerkante (des Ablaufs)
12	Steuerschieber
13	Anker
14	Käfig
105	Hülse
108	Steg
109	Einlaßblende
111	Auslaßblende
A	Arbeitsdruckleitung
T	Druckmittelsumpfleitung
P	Druckleitung
p	Druck
Q	Volumenstrom

Patentansprüche

1. Druckregelventil, mit einem Anschluß für eine Druckleitung (P), einem Anschluß für eine Arbeitsdruckleitung (A) und einem Anschluß für eine Auslaßleitung (T) zum Umgebungsdruck und mit mindestens zwei Blendenstufen mit definiertem oder definierbarem Strömungswiderstand, wovon zwei Blendenstufen (109, 111) variabel und unter mechanischer bzw. hydraulischer Einwirkung nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke gekoppelt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden variablen Blendenstufen als Einlaß- und Auslaßblende eines Regeldruckraums vorgesehen sind und jeweils einen Verschlußkörper aufweisen, wobei der Verschlußkörper der Einlaßblende als Kugel oder Kalotte oder Kegelstumpf oder Zylinder und/oder der Verschlußkörper der Auslaßbende als Kugel oder Kalotte oder Kegelstumpf oder Zylinder ausgebildet ist.

2. Druckregelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es als System von zwei, unter mechanischer bzw. hydraulischer Einwirkung gekoppelten, variablen Blendenstufen (109, 111) aufgebaut ist.

3. Druckregelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es als System von drei Blendenstufen aufgebaut ist mit einer ersten, druckseitigen, festen Blendenstufe (103) und zwei, unter mechanischer bzw. hydraulischer Einwirkung gekoppelten, variablen Blendenstufen (109, 111).

4. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß es zum Regeln des Hydraulikdrucks für die Betätigung von Getriebeschaltelementen verwendet wird.

5. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die zwei variablen Blendenstufen in einem Bauteil untergebracht sind, wobei eine Blende als Einlaßblende in einen Regeldruckraum (7) in Form von einer Bohrung durch ein Ventilgehäuse (1) ausgebildet ist, die mit einem Verschlußkörper überdeckt werden kann, und die andere Blende als Auslaßblende in Form eines Sitzventils ausgebildet ist, in dem eine axiale Wandfläche (4) des Ventilgehäuses (1) eine Dichtfläche (6) eines Verschlußkörpers, insbesondere einer Ankerstange (10), überdeckt und wobei ein stiftförmiger Steuerschieber (12), der sich in axialer Richtung an die Ankerstange (10) anschließt, den Verschlußkörper der Einlaßblende aus seinem Sitz herausschieben kann und damit die beiden Blenden gekoppelt einstellt, indem er einerseits den Einlaßblendenquerschnitt durch Überdeckung der Zulaufbohrungsfläche mit dem Verschlußkörper festlegt und andererseits die Auslaßblendenfläche durch den Abstand zwischen der axialen Wandfläche (4) und der Dichtfläche (6) bestimmt.

6. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Käfig (14) zur Aufnahme des Verschlußkörpers (5) vorgesehen ist.

7. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Verschlußkörper einstückig mit dem Steuerschieber (12) ausgebildet ist.

8. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die beiden Blenden mechanisch gekoppelt durch einen Steuerschieber (12) geregelt werden, der einen doppelseitigen Konus mit einer Verjüngung in seiner Mitte besitzt.

9. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß es magnetisch betätigbar ist.

10. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß es piezoelektrisch oder pneumatisch betätigbar ist.

11. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die zwei gekoppelten Blendenstufen (109, 111) geregelte Blenden sind, die in einem Bauteil untergebracht sind, wobei eine der geregelten Blenden als Einlaßblende in einem zylinderförmigen Regeldruckraum (7) in Form von mindestens einer radialen Zulaufbohrung durch ein Ventilgehäuse (1) ausgebildet ist und die andere als Auslaßblende in Form eines Sitzventils, in dem eine axiale Wandfläche (4) des Ventilgehäuses (1) eine Dichtfläche (6) einer Ankerstange (10) überdeckt und wobei ein Steuerschieber (12), der aus einer Hülse (105) und einem Verbindungsstück (8) zur Ankerstange (10) besteht, die beiden Blenden mechanisch gekoppelt einstellt, indem er einerseits den Einlaßblenden-

querschnitt durch Überdeckung der Zulaufbohrungsfläche mit seiner Hülsenmantelfläche festlegt und andererseits die Auslaßblendenfläche durch den Abstand zwischen der axialen Wandfläche (4) und der Dichtfläche (6) bestimmt.

12. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß seine Stellkraft durch die Kraft aufgebracht wird, die ein Elektromagnet auf das induzierte, magnetische Moment eines Weicheisenankers ausübt, wobei der Anker (13) auf die Ankerstange (10) aufgepreßt ist.

13. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ankerstange (10) und der Steuerschieber (12) einteilig ausgeführt sind.

14. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Einlaßblende mehrere radiale Zulaufbohrungen im Ventilgehäuse (1) aufweist, die über einen Ringkanal mit einer vorgeschalteten Festblende als erste Blendenstufe verbunden sind.

15. Druckregelventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dichtfläche (6) an einer Stirnseite der Ankerstange (10) vorgesehen ist.

16. Druckregelventil nach Anspruch 15, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Bereich zwischen der Stirnfläche der Ankerstange (10) und dem Steuerschieber (12) kegelstumpfförmig ausgebildet ist.

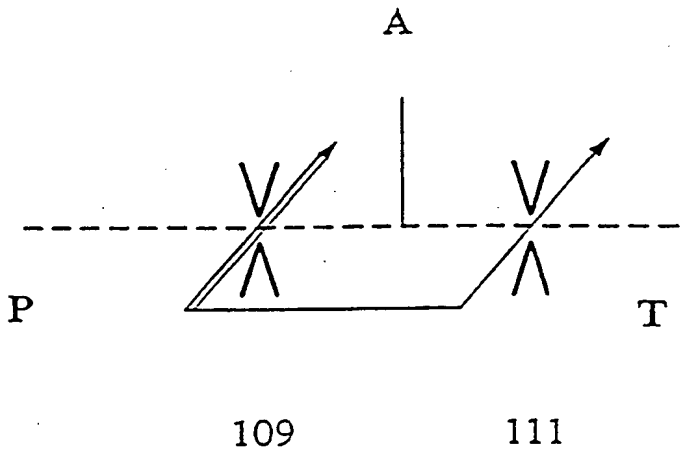


Fig. 1

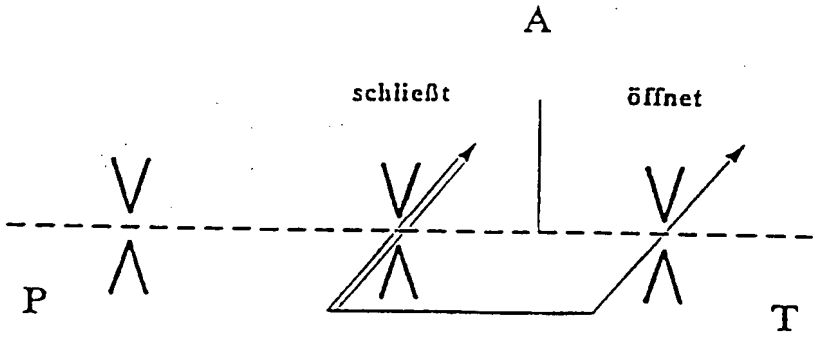


Fig. 2

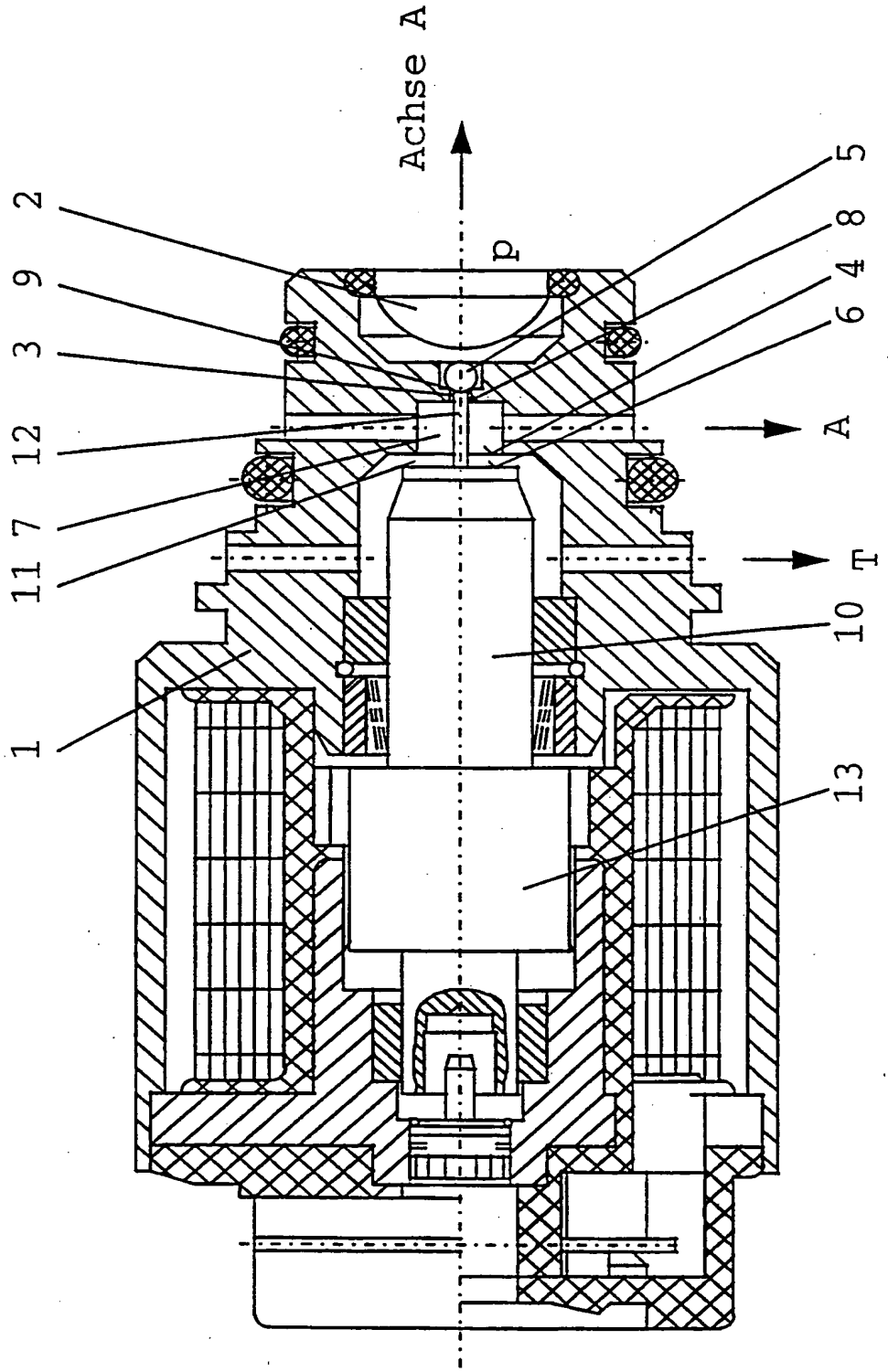


Fig. 3

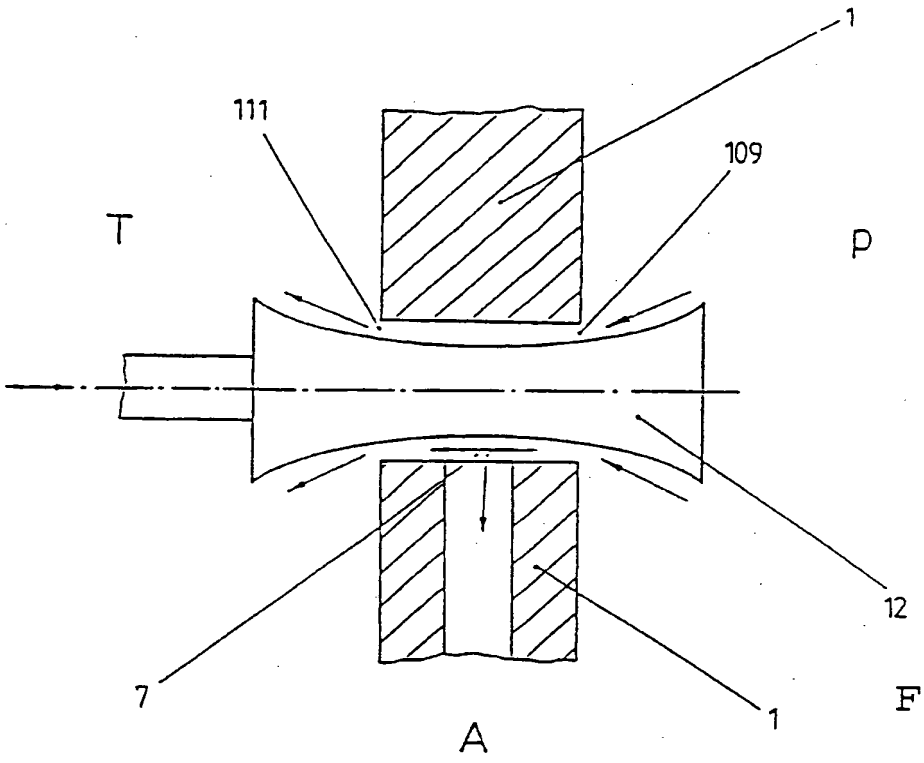


Fig. 4

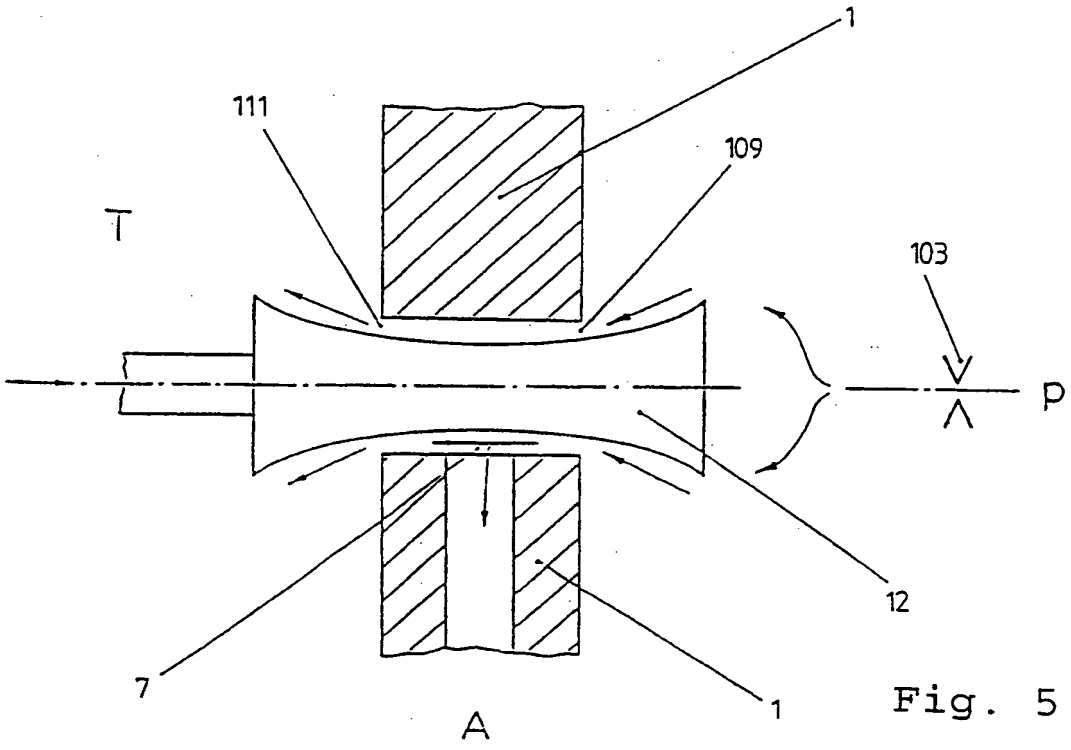


Fig. 5

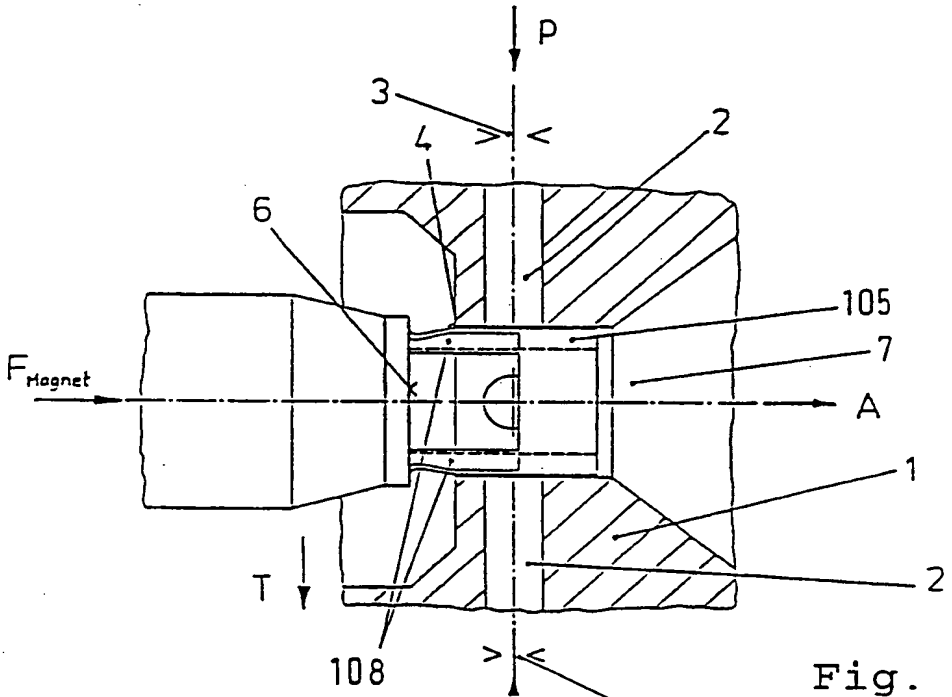


Fig. 6

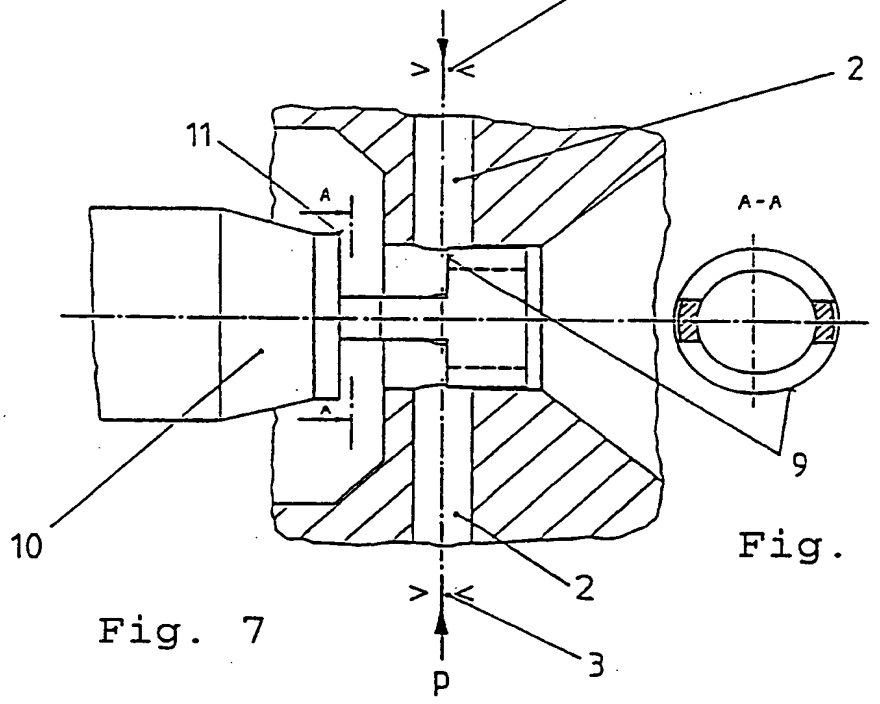


Fig. 8

Fig. 7

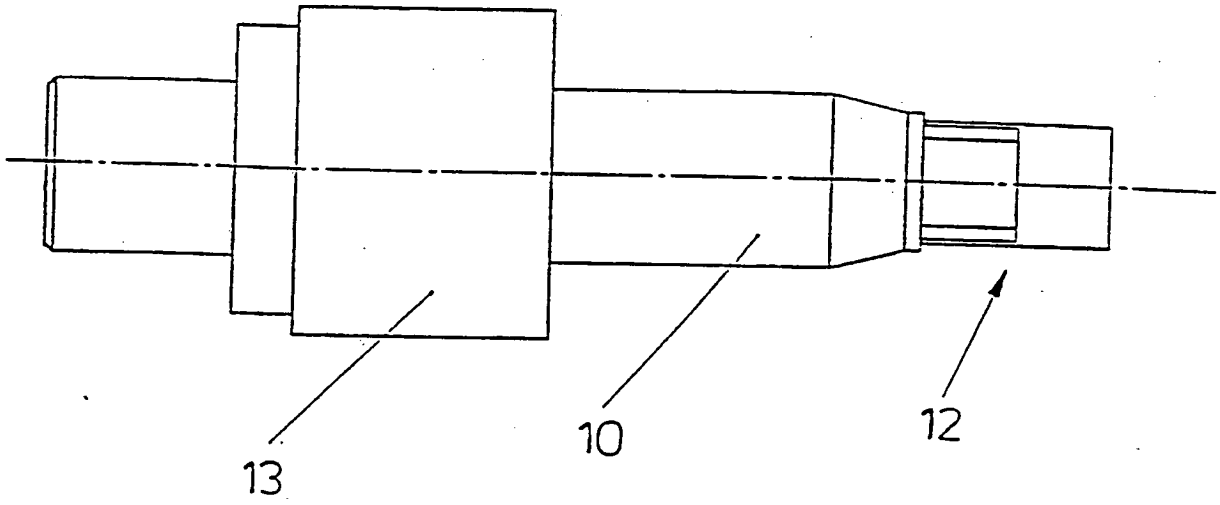


Fig. 9

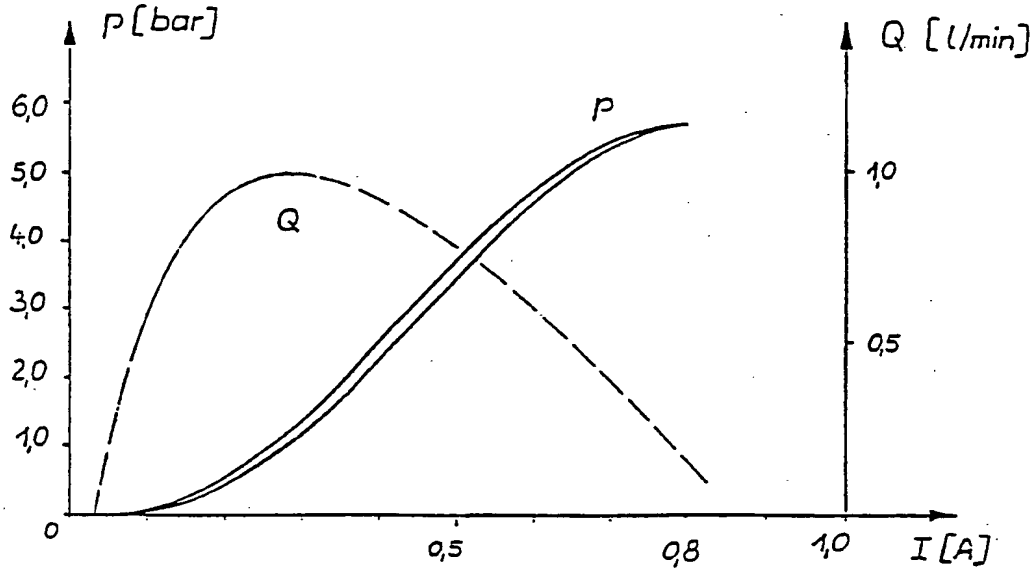


Fig. 10

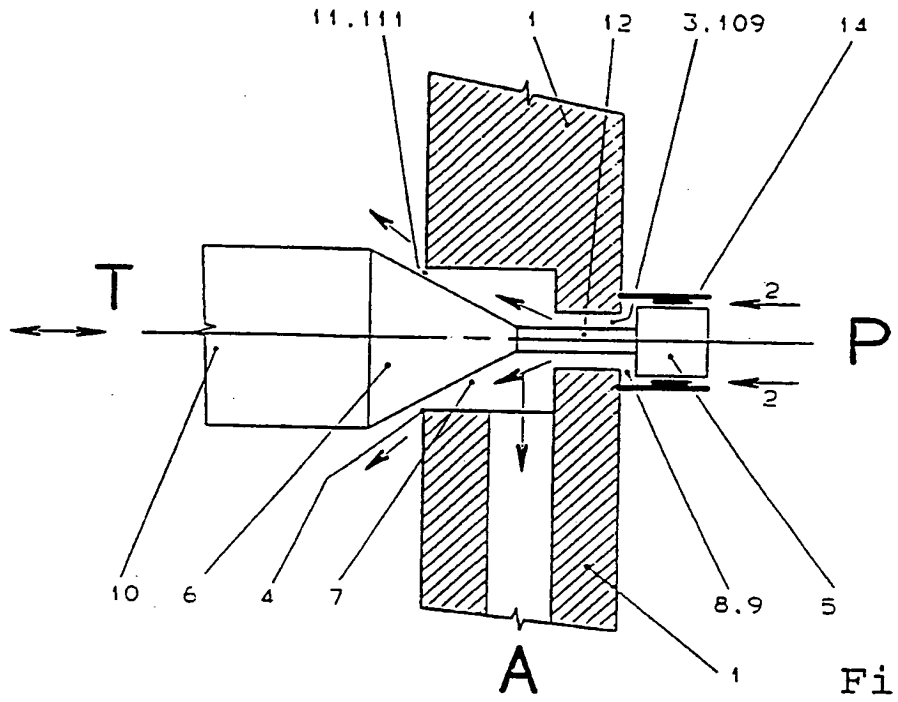

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 11

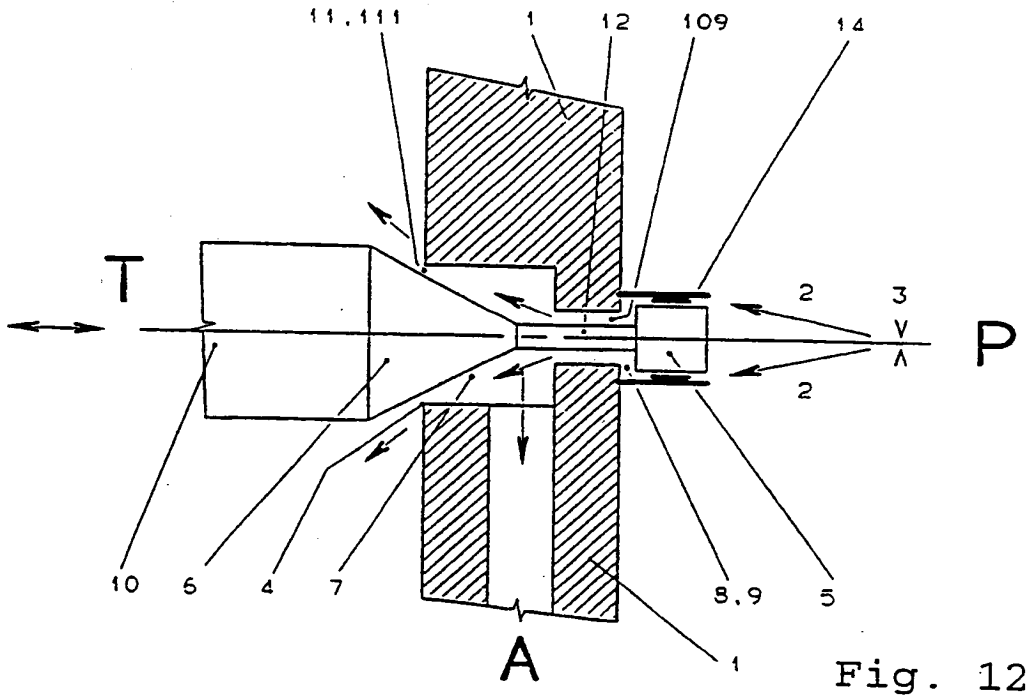

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
V
Λ
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 12

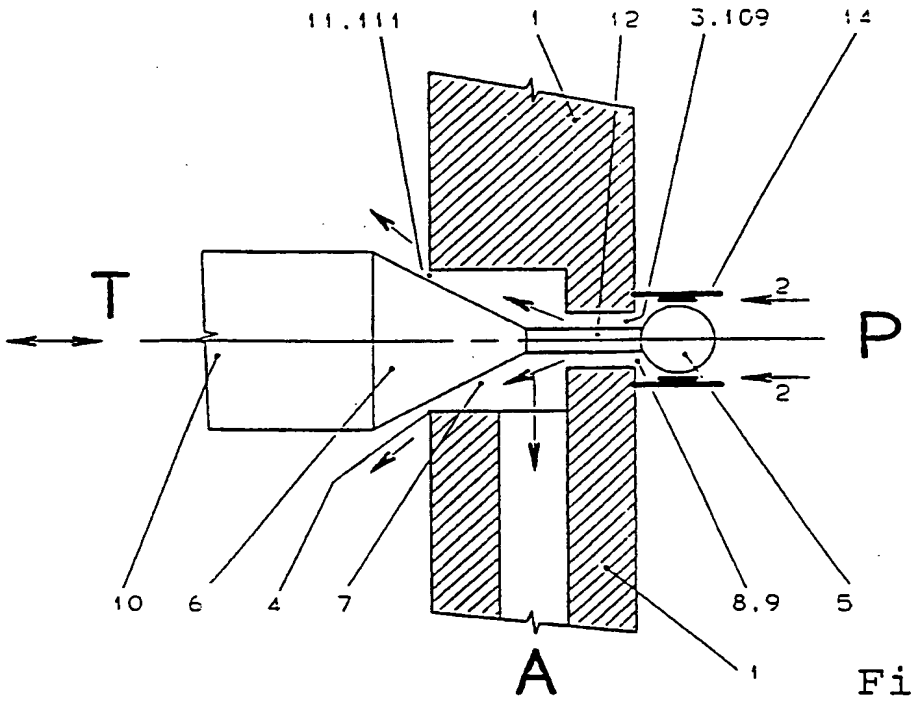

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 13

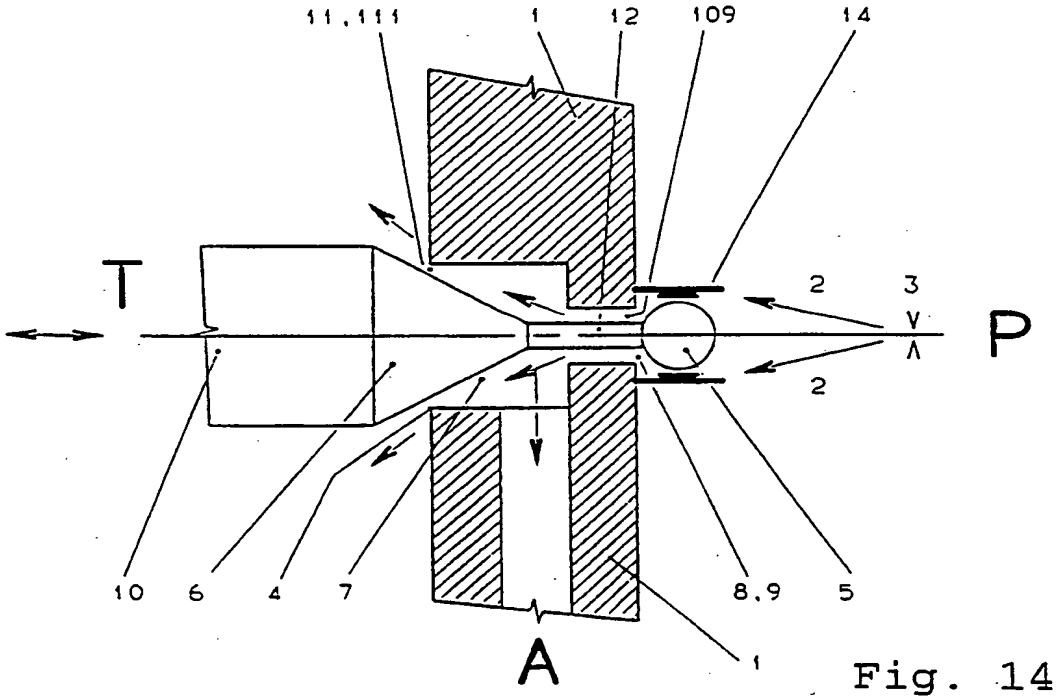

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 14

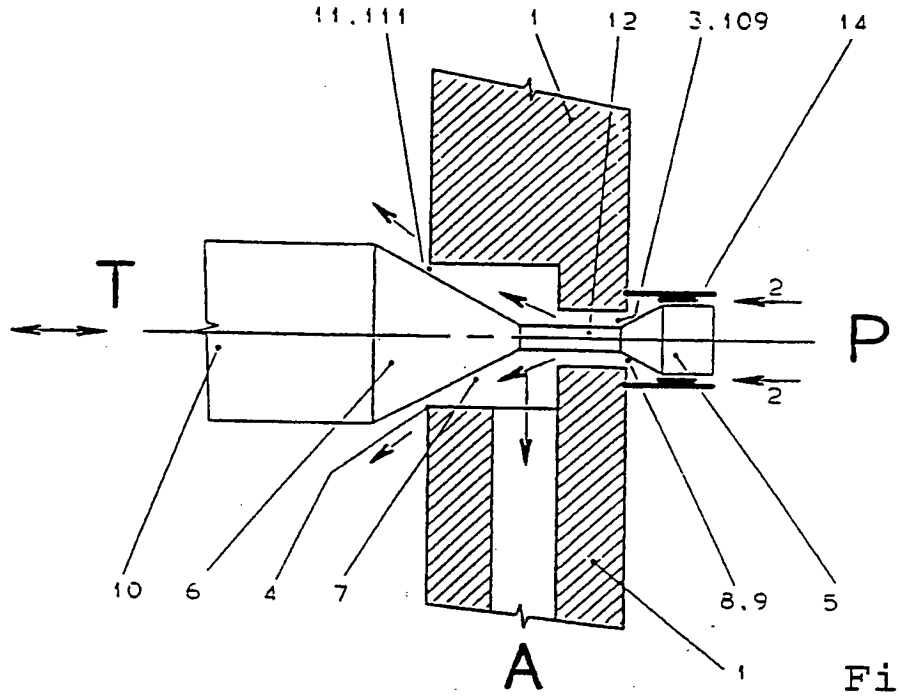

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 15

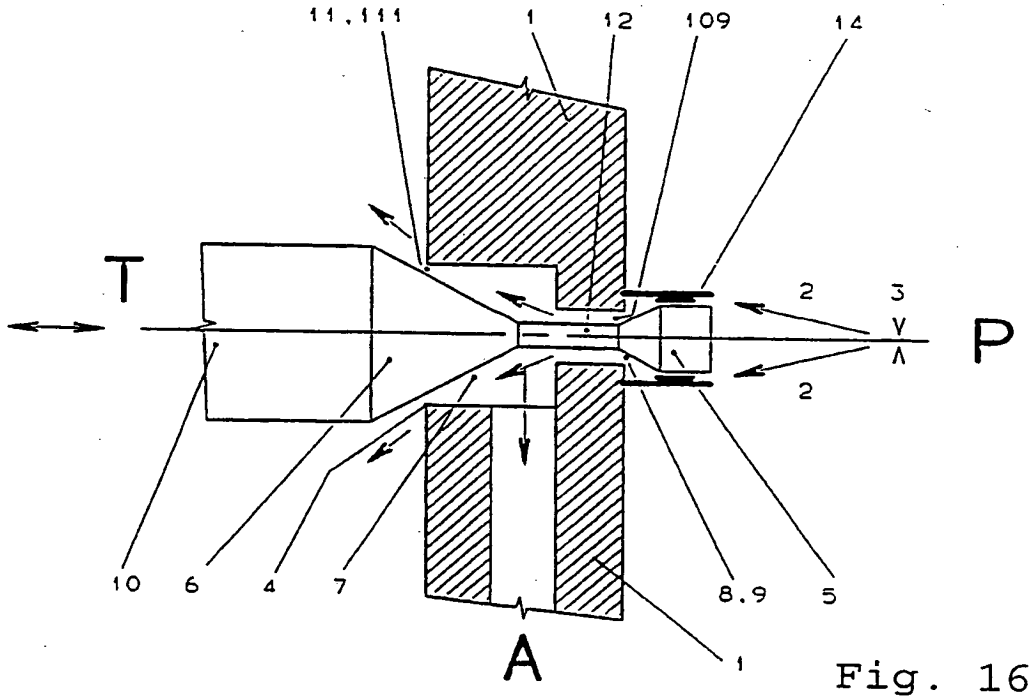

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 16

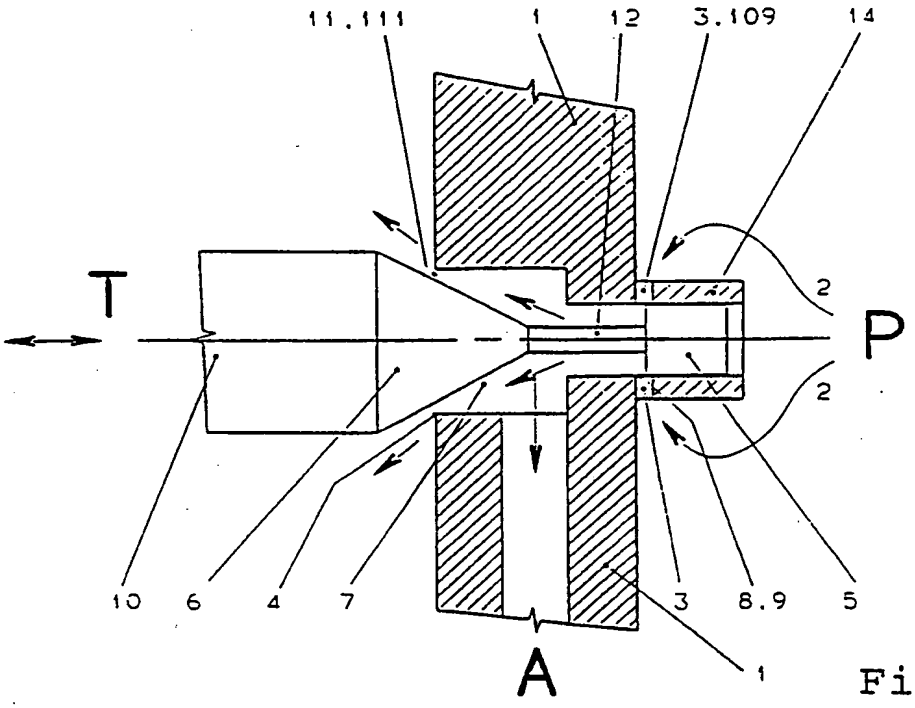

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
3
8.9
5
1
A

Fig. 17

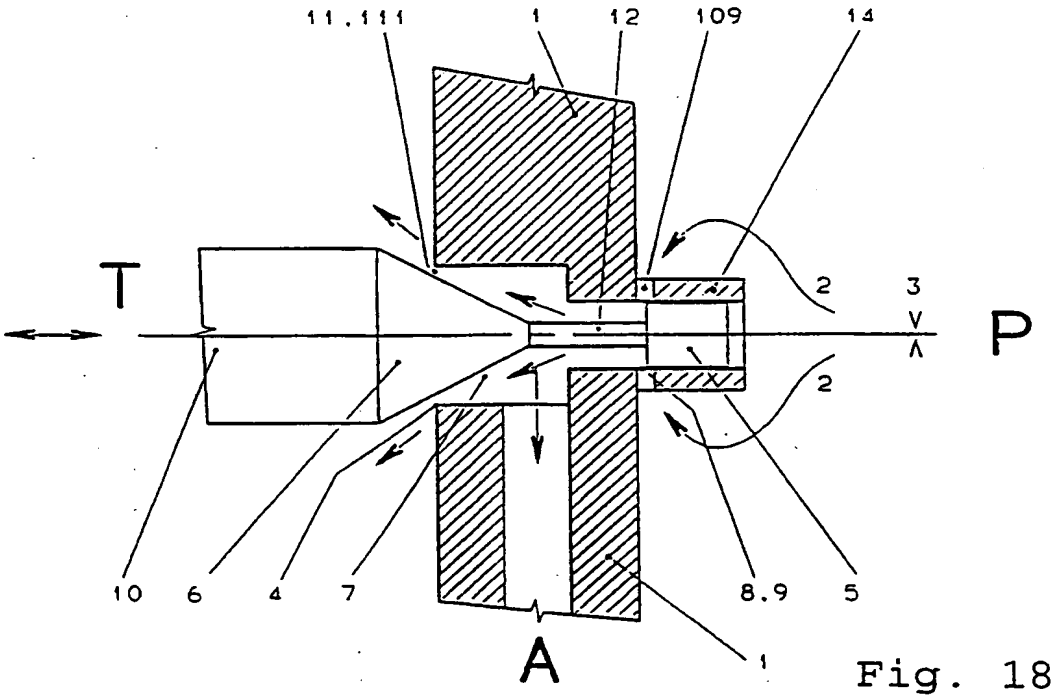

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 18

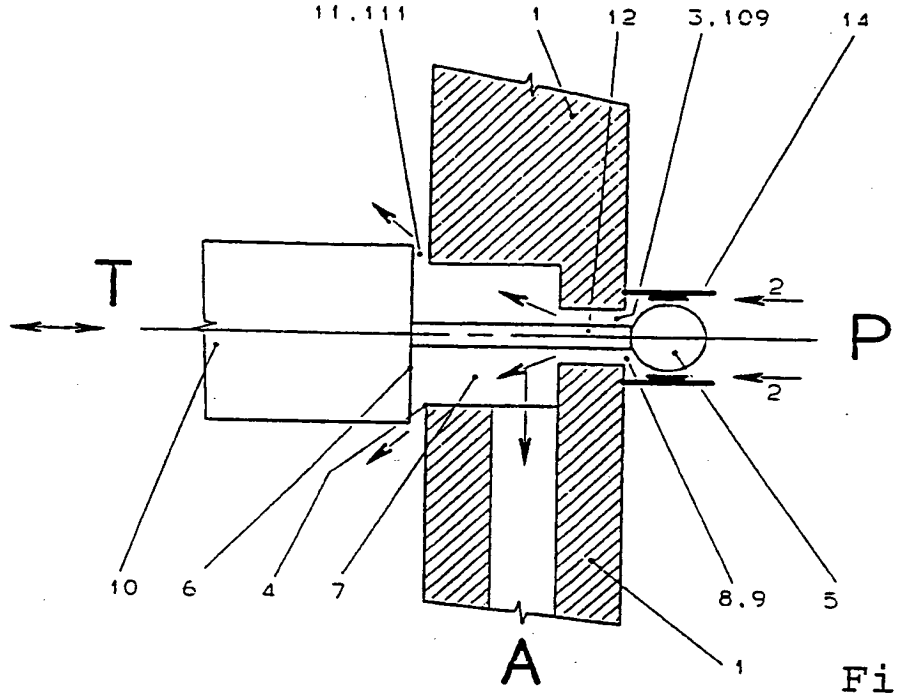

11.111
1
12
3.109
14
T
2
P
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 19

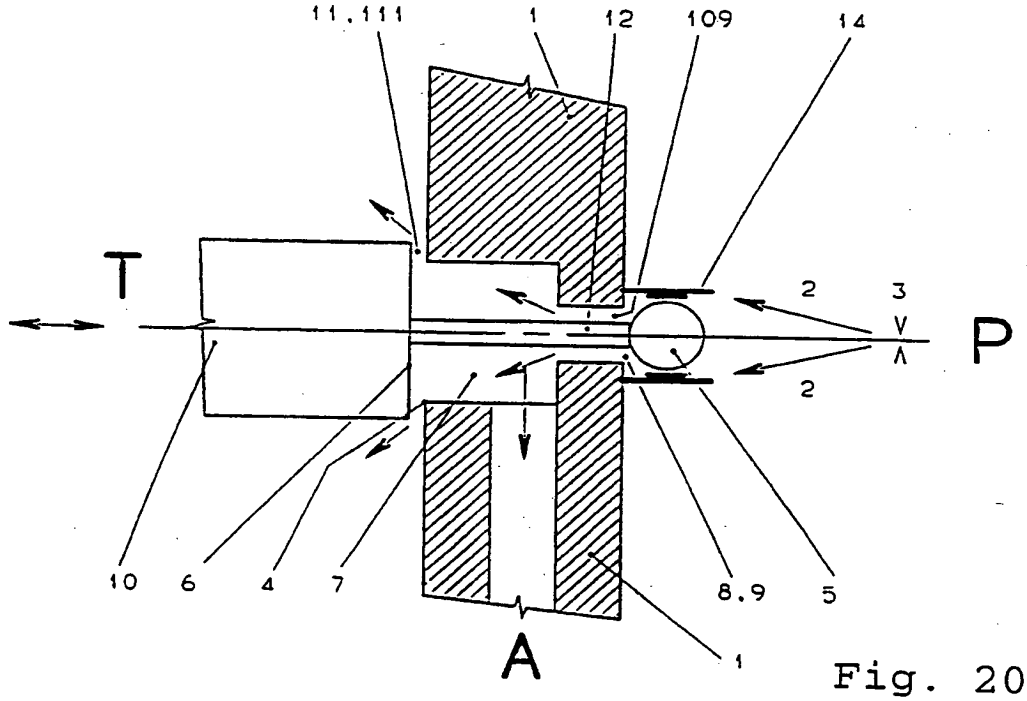

11.111
1
12
109
14
T
2
3
V
Λ
P
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 20

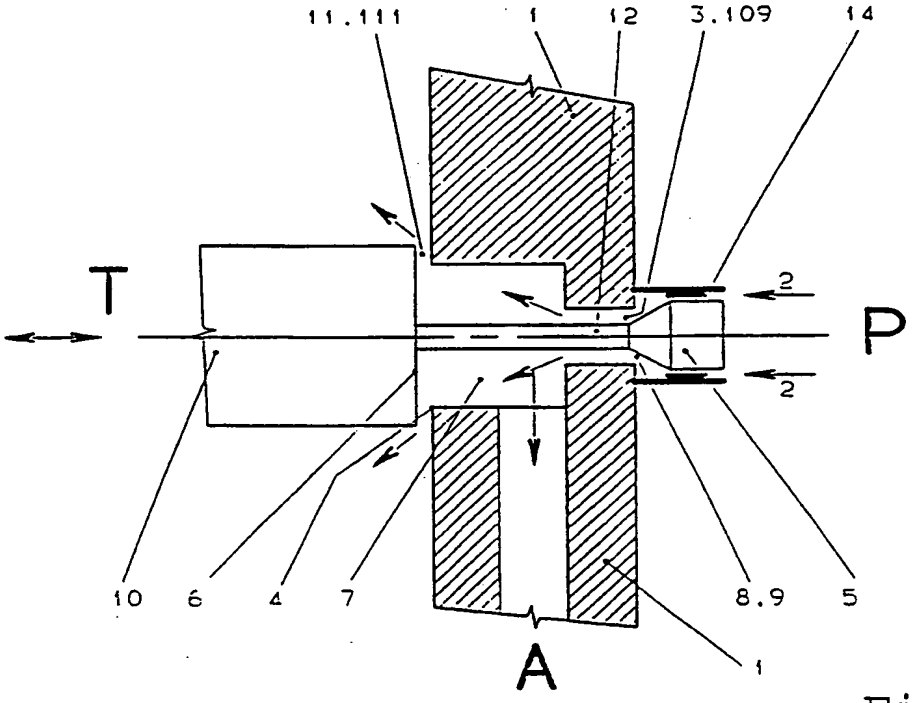

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 21

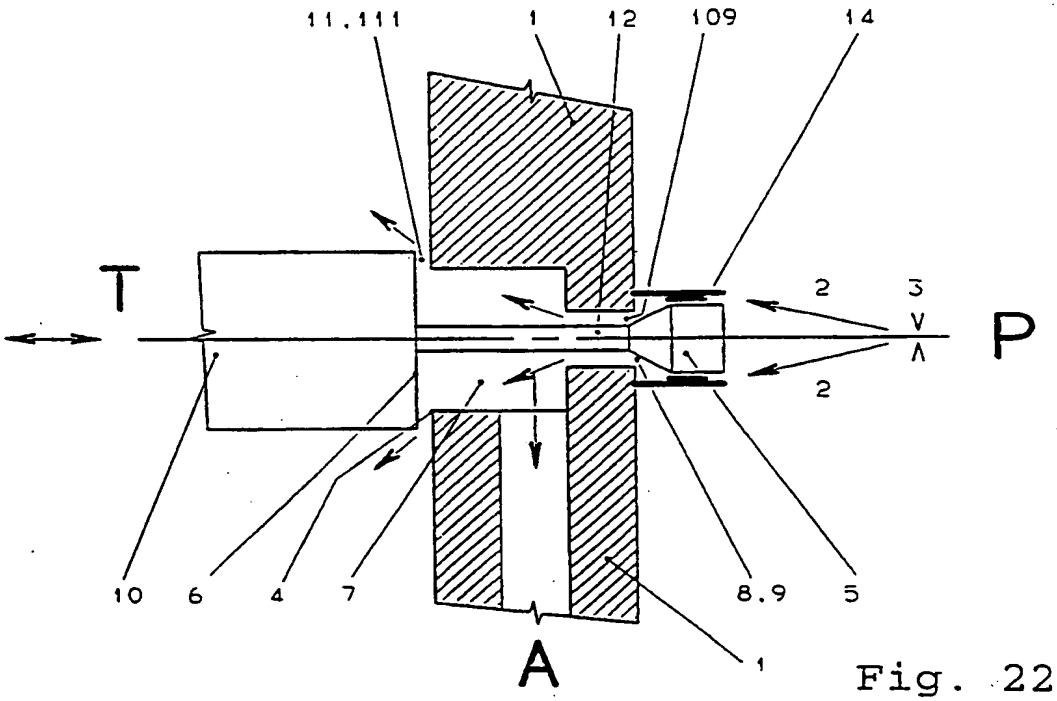

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 22

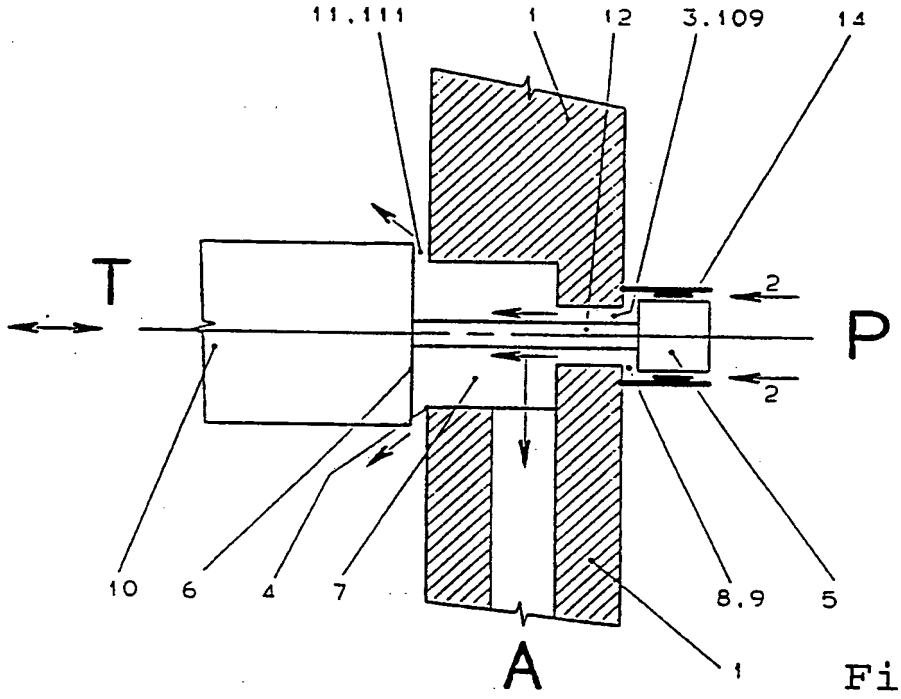

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 23

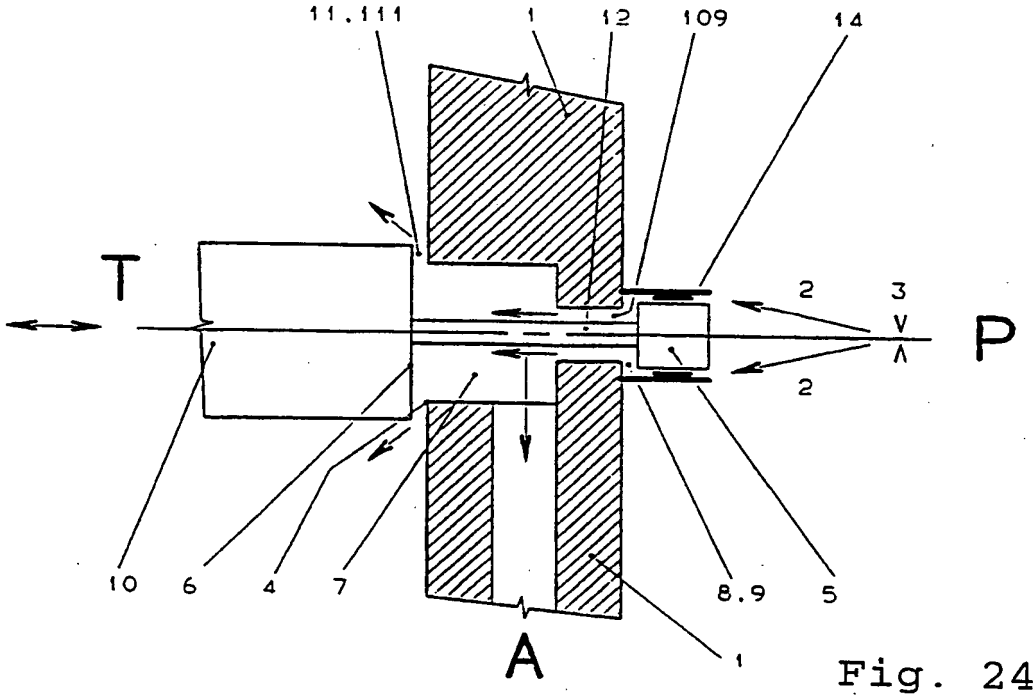

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 24

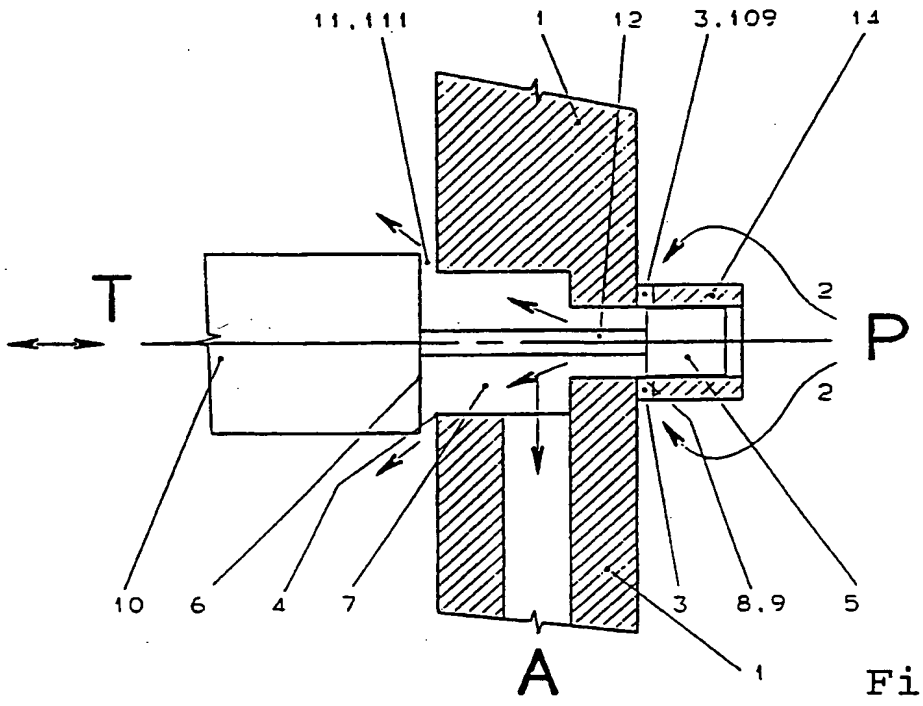

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
3
8.9
5
1
A

Fig. 25

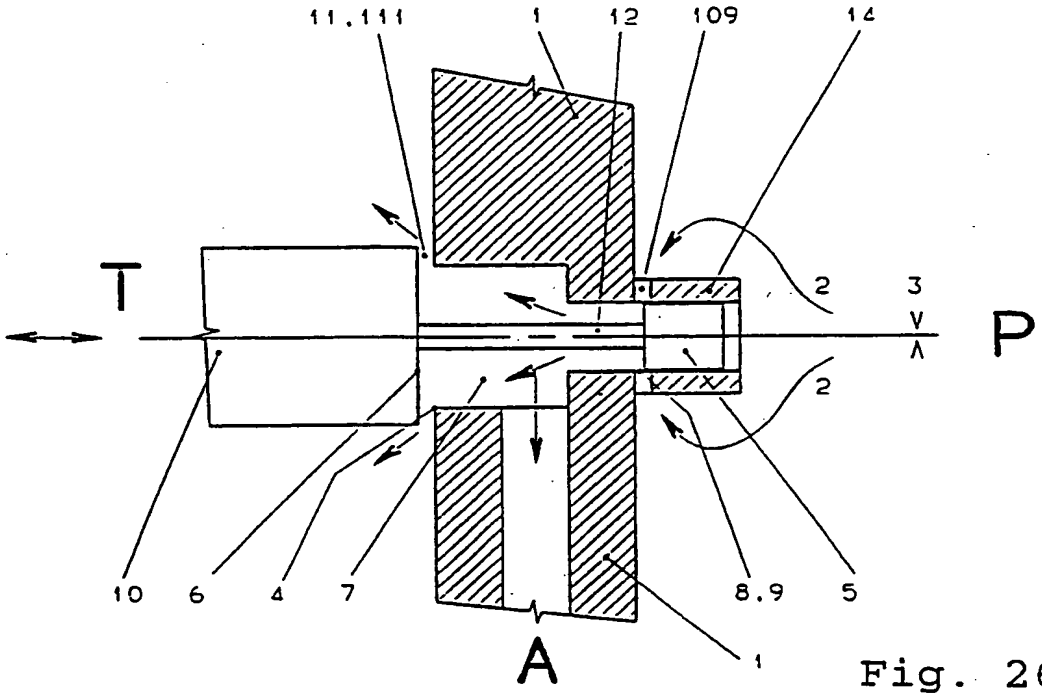

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
V
Λ
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 26

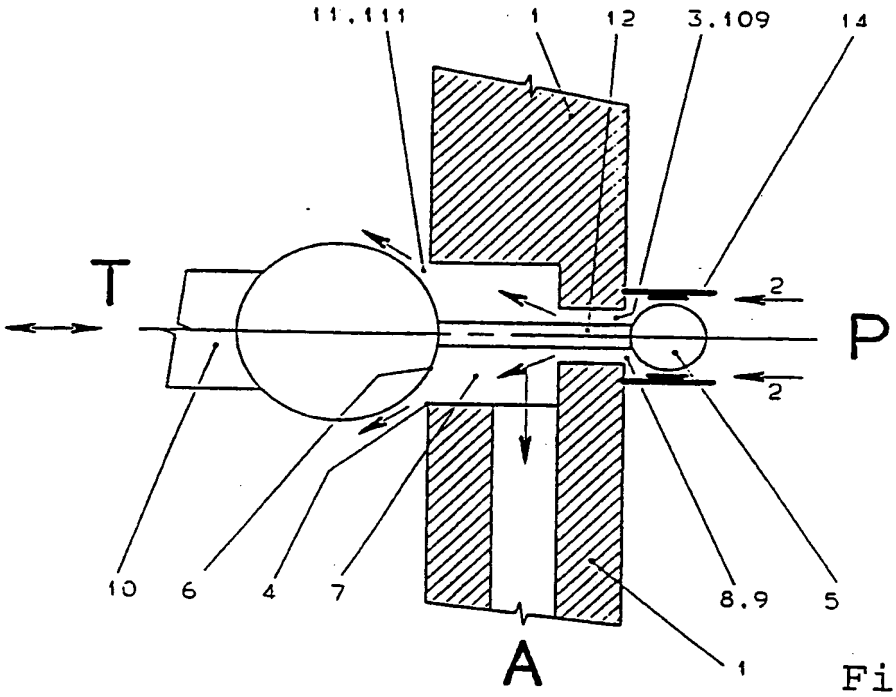

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 27

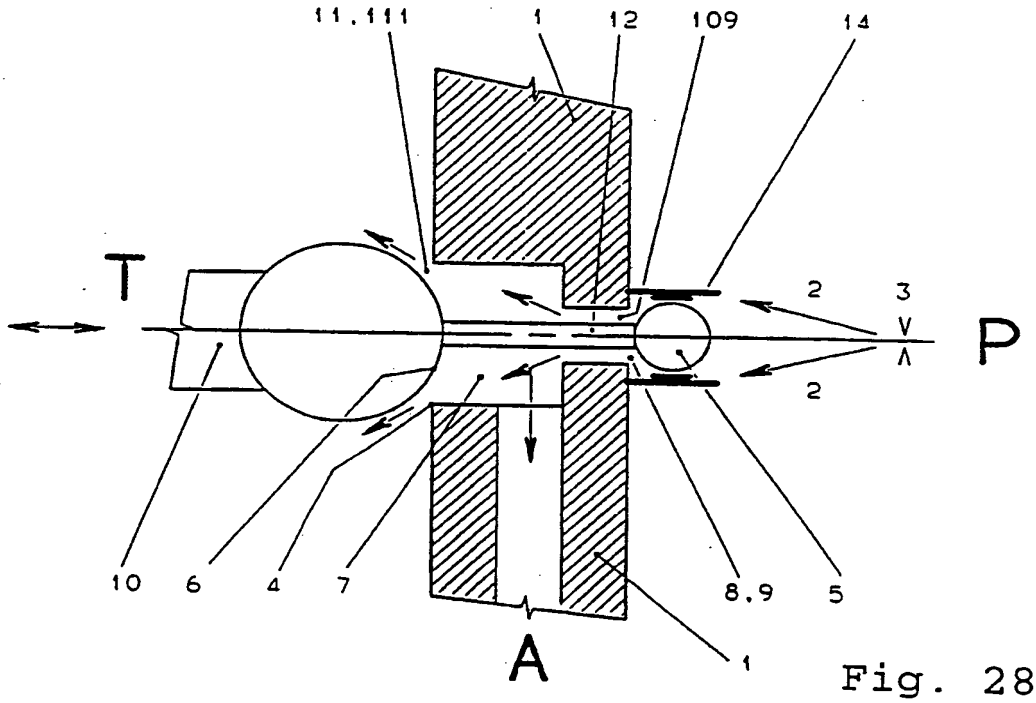

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 28

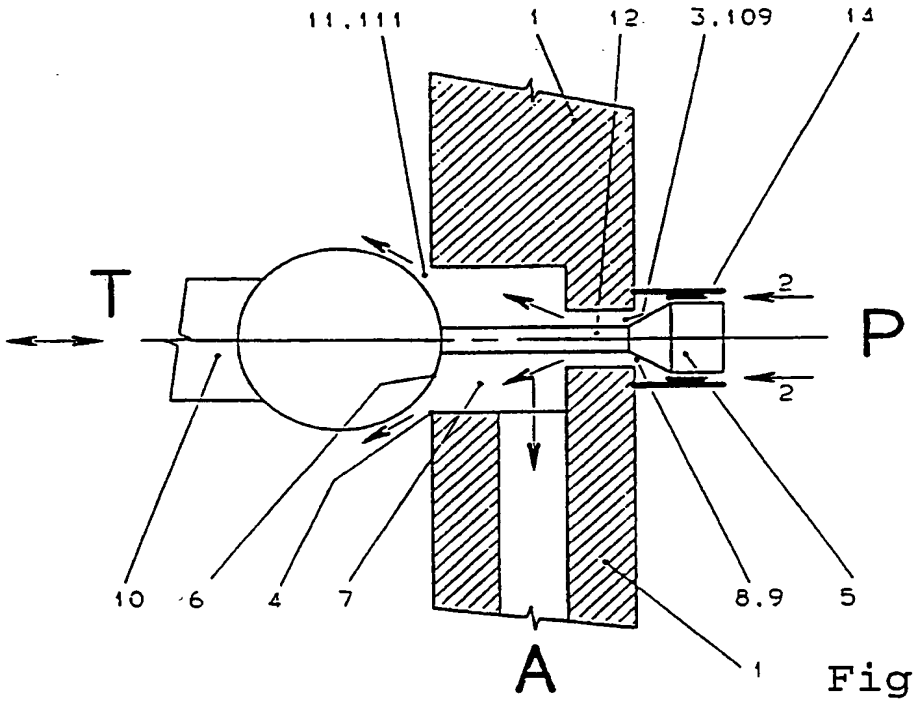

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 29

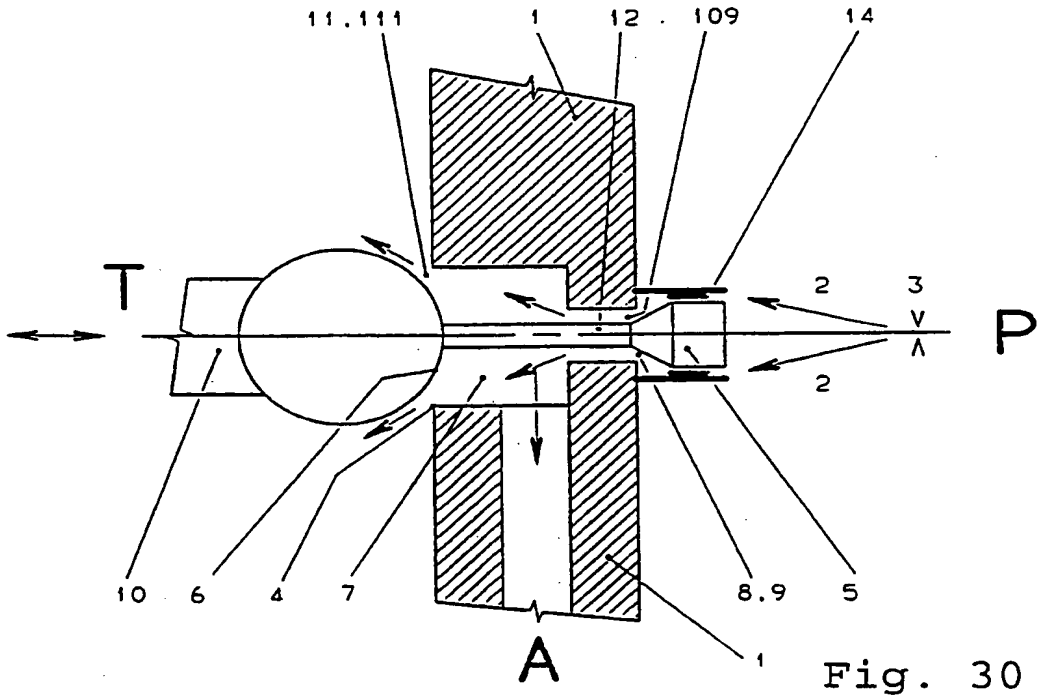

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 30

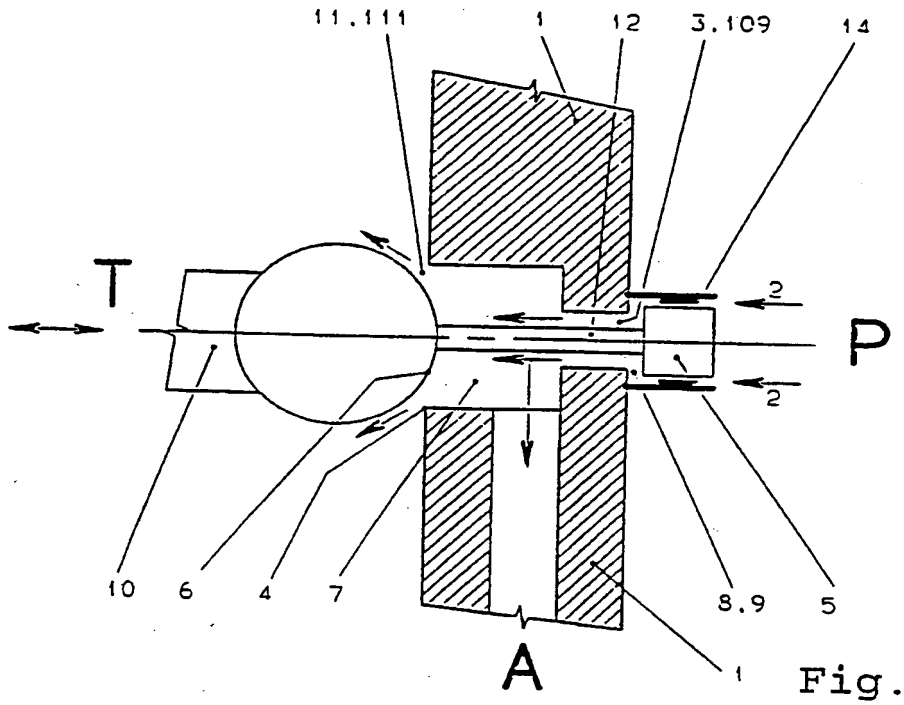

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 31

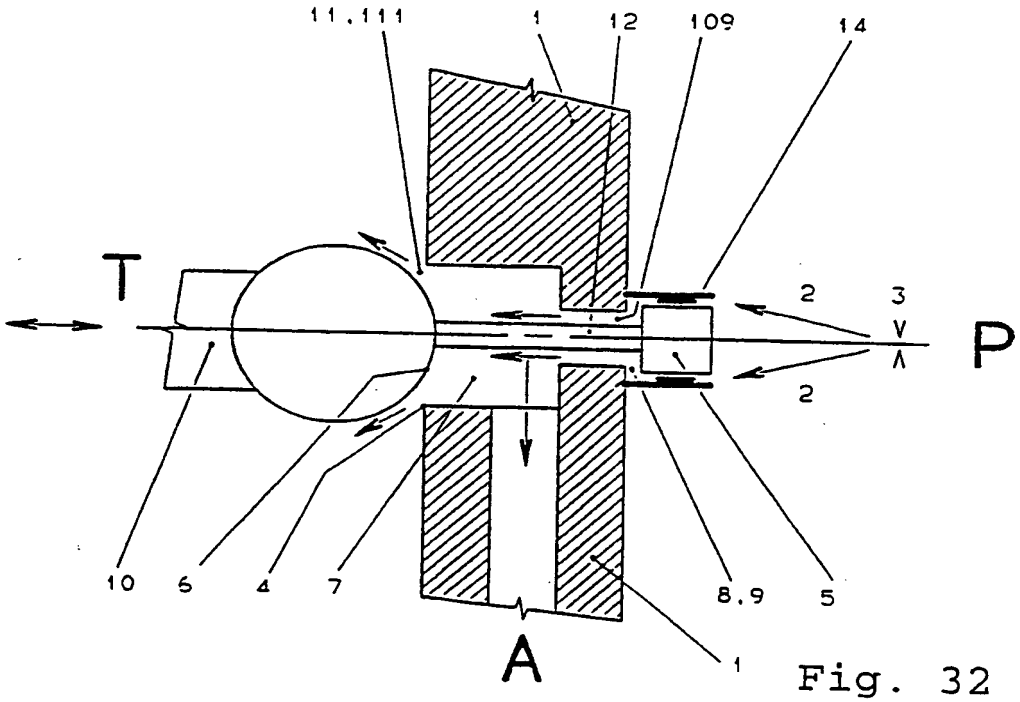

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 32

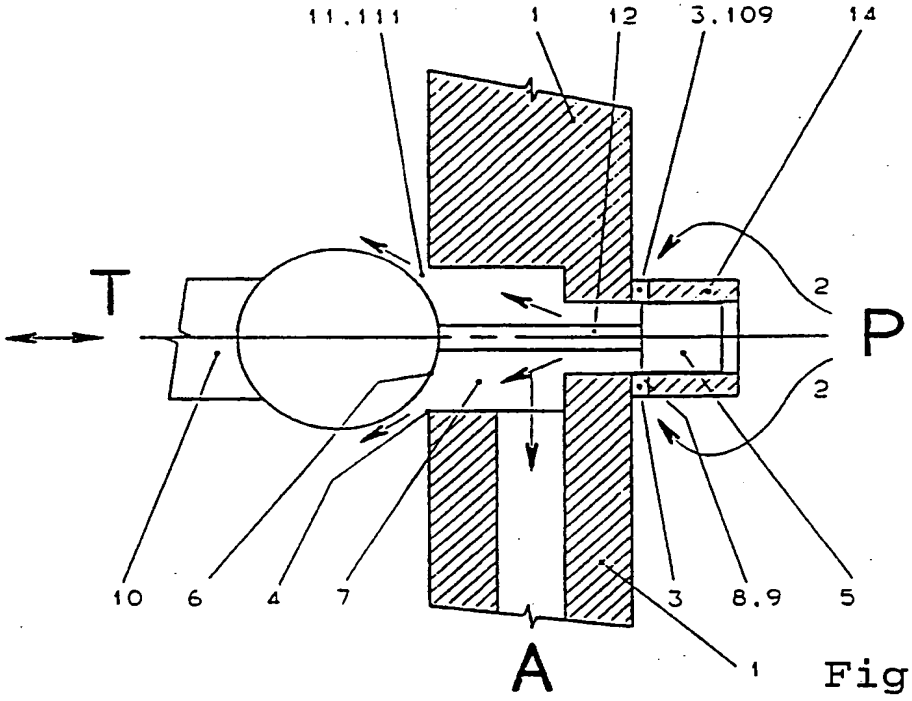

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
3
8.9
5
A
1

Fig. 33

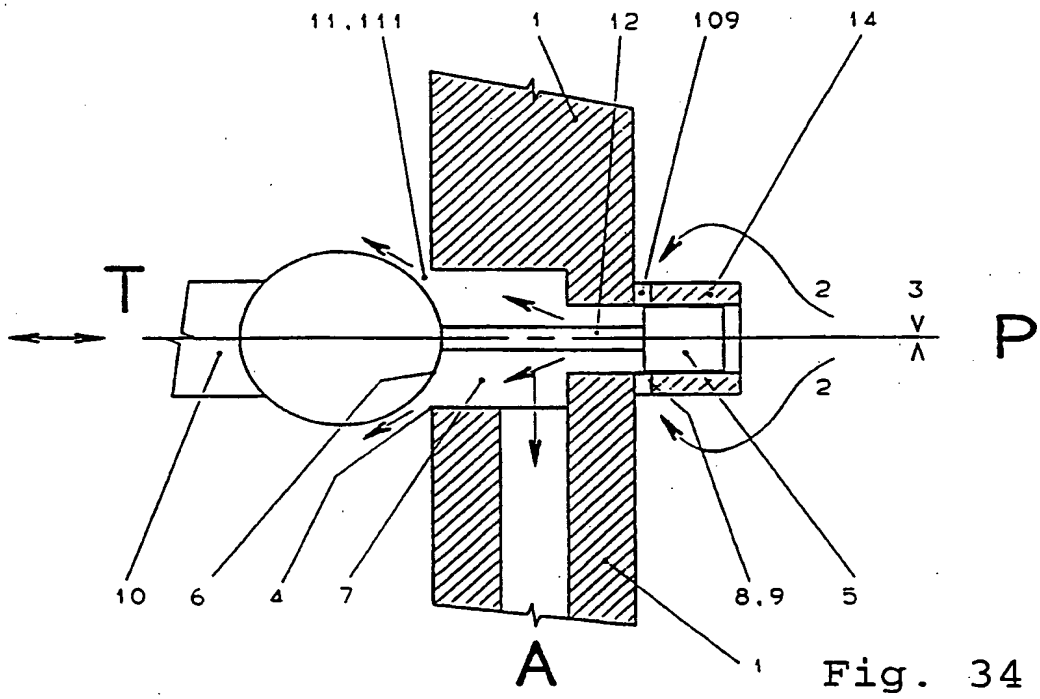

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 34

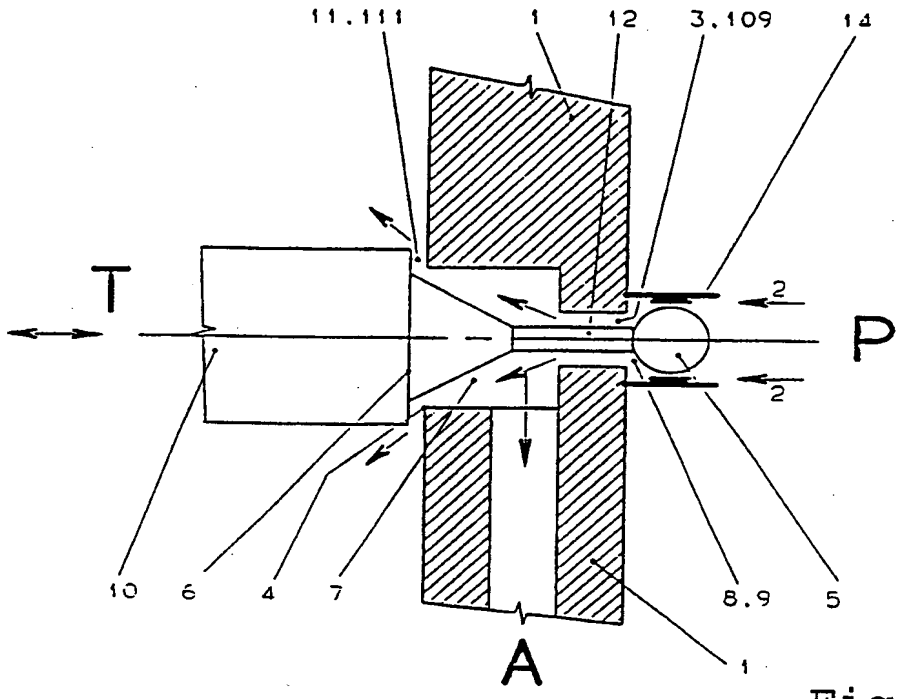

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 35

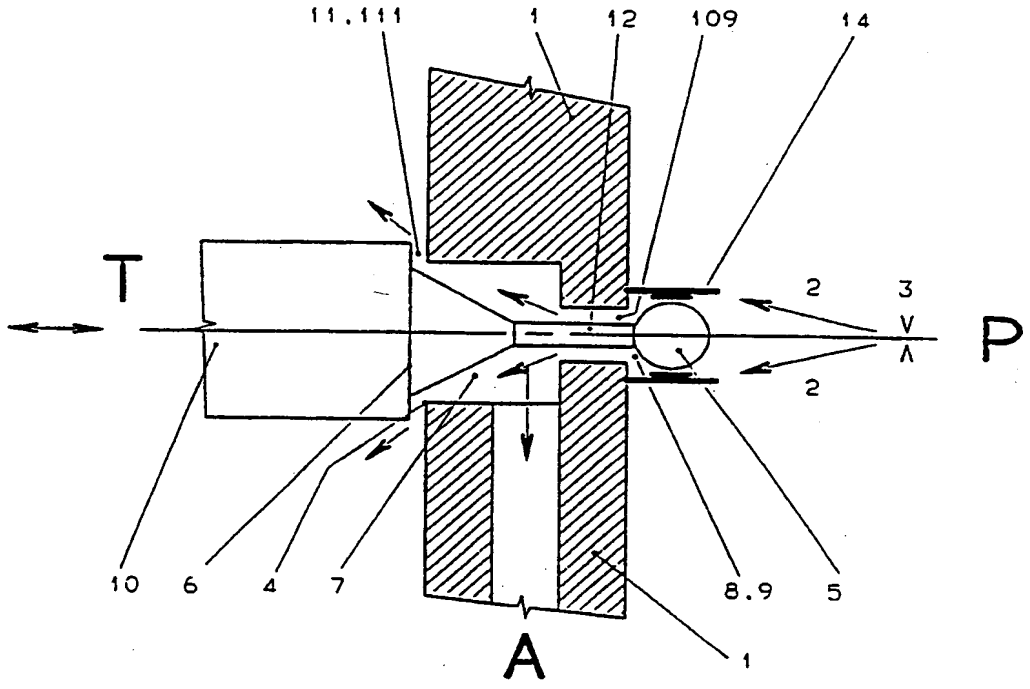

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
V
Λ
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 36

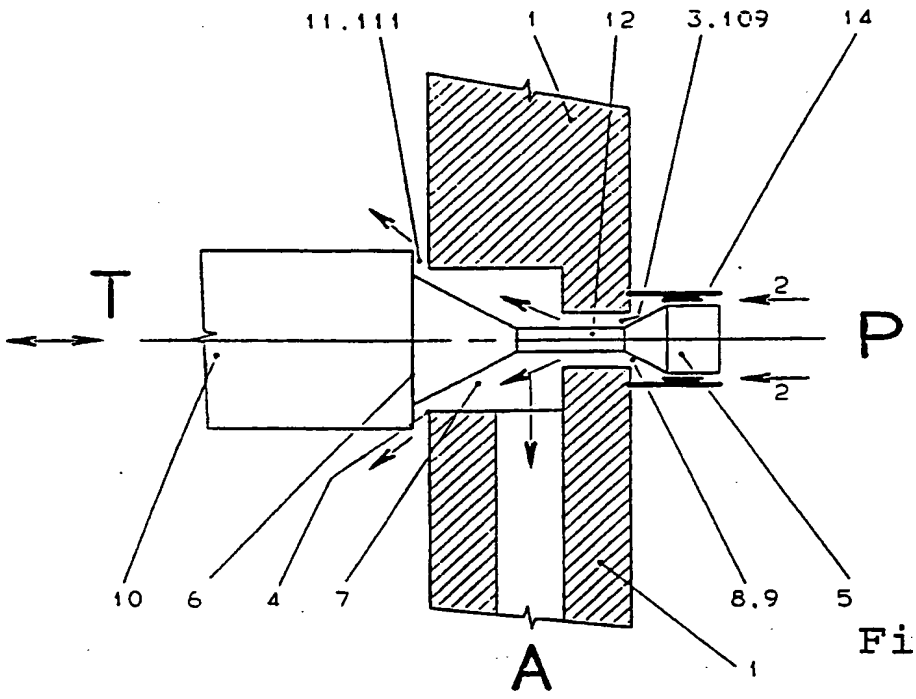

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 37

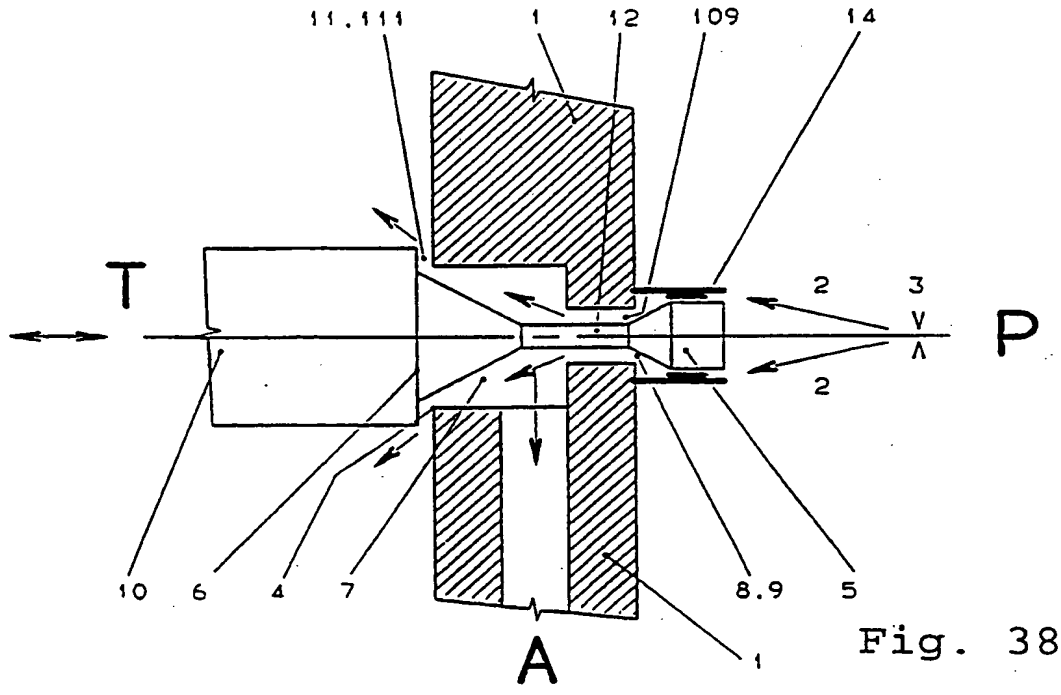

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
2
10
6
4
7
8.9
5
1
A

Fig. 38

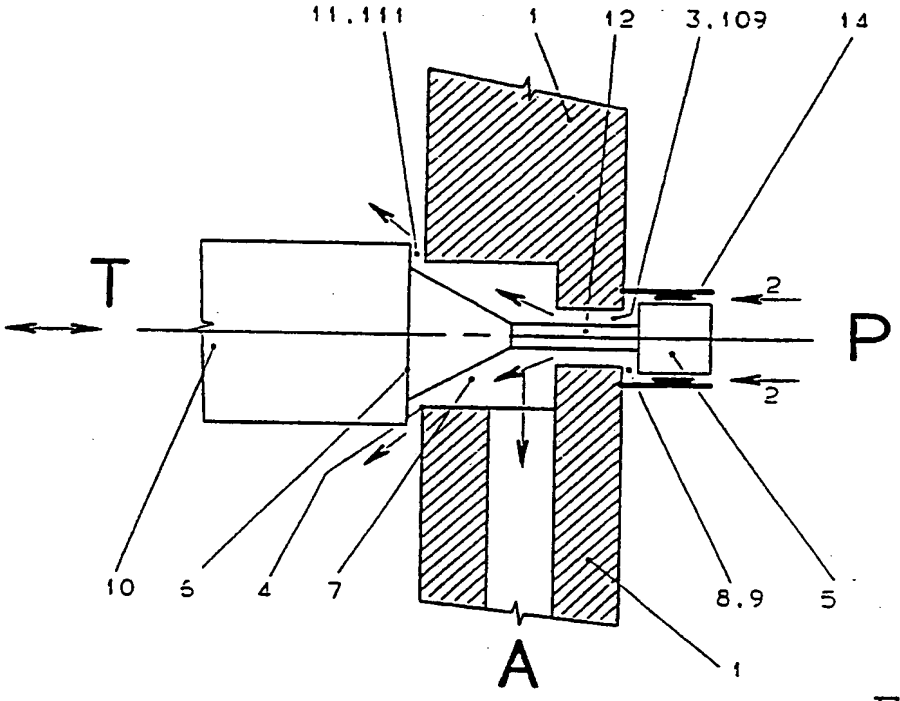

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
5
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 39

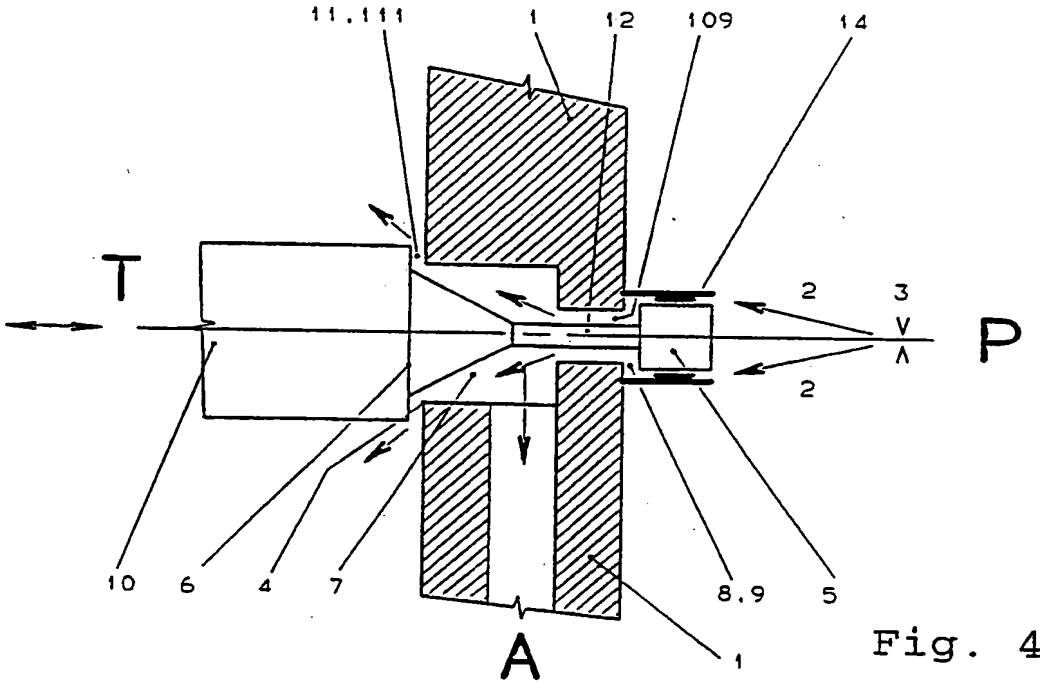

11.111
1
12
109
14
T
P
2
3
V
Λ
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 40

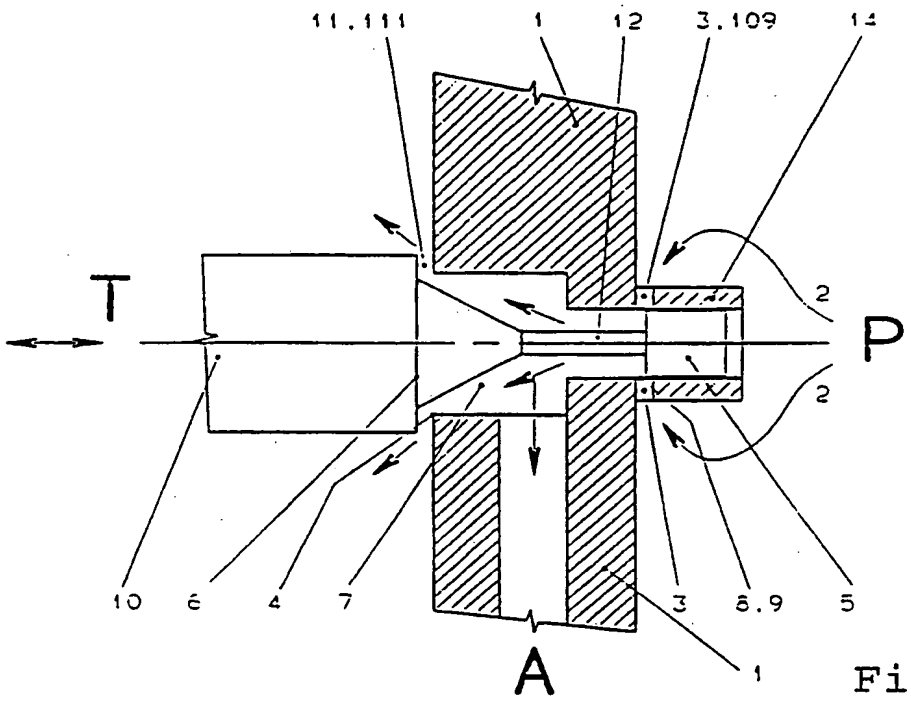

11.111
1
12
3.109
14
T
P
2
2
10
6
4
7
3
8.9
5
A
1

Fig. 41

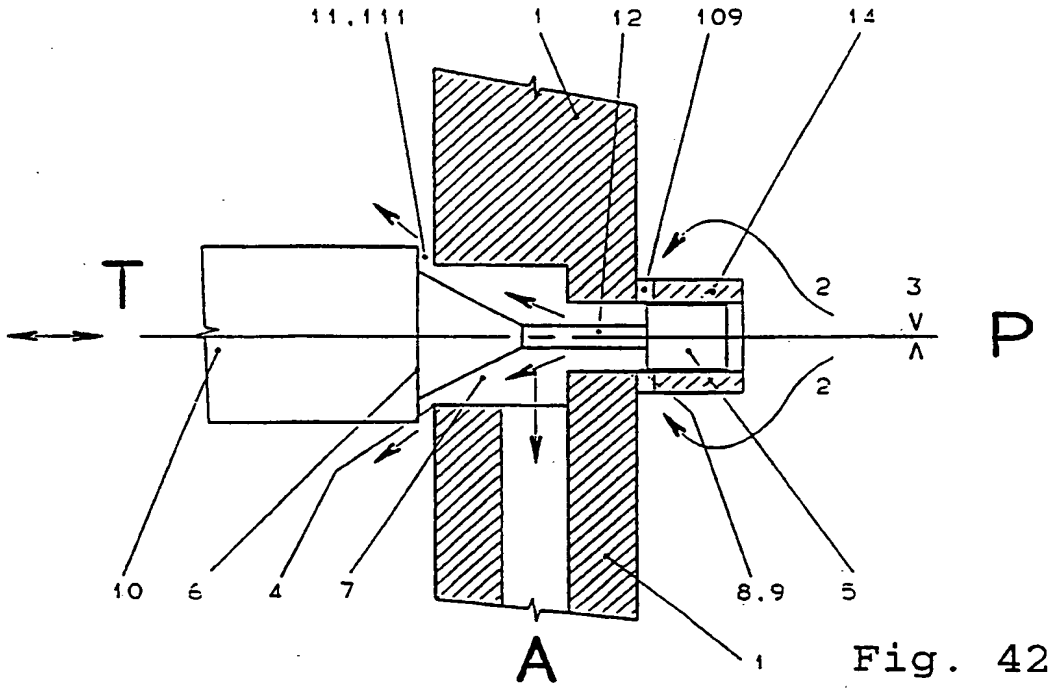

11.111
1
12
109
14
T
2
3
V
Λ
P
2
10
6
4
7
8.9
5
A
1

Fig. 42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. ial Application No
PCT/EP 98/02128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G05D16/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G05D F15B F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 34 12 351 A (MANNESMANN REXROTH) 10 October 1985 see page 10, line 21 - page 11, line 11; figure	1,2,4-7, 9-13,15, 16
A	EP 0 645 291 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 29 March 1995 see column 17, line 33 - line 45 see column 19, line 12 - line 38 see figures 8-11	1,5,11
A	WO 92 09836 A (WEBER) 11 June 1992 see figures 5,6	1,13,15
A	DE 34 17 383 A (MANNESMANN REXROTH) 14 November 1985 see page 7, paragraph 4; figures 1,2	3,14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 August 1998	19/08/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	SLEIGHTHOLME, G

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. ..al Application No
PCT/EP 98/02128

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category '	Citation of document, with indication where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 26 152 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 28 March 1996 cited in the application see column 2, line 8 - line 13; figure ---	4
A	EP 0 149 239 A (NIPPON DENSO) 24 July 1985 see figures 1,3,4 ---	5
A	EP 0 334 030 A (ROBERT BOSCH) 27 September 1989 see column 2, line 30 - line 33; figures 1,2 ---	10
A	EP 0 284 769 A (EURATOM) 5 October 1988 see column 2, line 5 - line 12; figure 1 -----	10

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. al Application No
PCT/EP 98/02128

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 3412351	A	10-10-1985	NONE		
EP 0645291	A	29-03-1995	DE	69401887 D	10-04-1997
			DE	69401887 T	24-07-1997
			JP	7144629 A	06-06-1995
			US	5609400 A	11-03-1997
			US	5577815 A	26-11-1996
WO 9209836	A	11-06-1992	AT	397135 B	25-02-1994
			AT	395347 B	25-11-1992
			AT	156574 T	15-08-1997
			DE	59108819 D	11-09-1997
			EP	0559713 A	15-09-1993
			JP	6503150 T	07-04-1994
			US	5423347 A	13-06-1995
			AT	133091 A	15-06-1993
			AT	243390 A	15-04-1992
DE 3417383	A	14-11-1985	NONE		
DE 4426152	A	28-03-1996	NONE		
EP 0149239	A	24-07-1985	JP	60143283 A	29-07-1985
			DE	3470713 A	01-06-1988
			US	4619289 A	28-10-1986
EP 0334030	A	27-09-1989	DE	3810111 A	12-10-1989
			DE	58905989 D	02-12-1993
			JP	1284909 A	16-11-1989
EP 0284769	A	05-10-1988	LU	86797 A	02-03-1988
			DK	95488 A	28-08-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. ales Aktenzeichen
PCT/EP 98/02128

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G05D16/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G05D F15B F16K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 34 12 351 A (MANNESMANN REXROTH) 10. Oktober 1985 siehe Seite 10, Zeile 21 - Seite 11, Zeile 11; Abbildung	1,2,4-7, 9-13,15, 16
A	EP 0 645 291 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 29. März 1995 siehe Spalte 17, Zeile 33 - Zeile 45 siehe Spalte 19, Zeile 12 - Zeile 38 siehe Abbildungen 8-11	1,5,11
A	WO 92 09836 A (WEBER) 11. Juni 1992 siehe Abbildungen 5,6	1,13,15
A	DE 34 17 383 A (MANNESMANN REXROTH) 14. November 1985 siehe Seite 7, Absatz 4; Abbildungen 1,2	3,14

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. August 1998	19/08/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	SLEIGHTHOLME, G

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intl. ales Aktenzeichen
PCT/EP 98/02128

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie'	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 26 152 A (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN) 28. März 1996 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 13; Abbildung	4
A	EP 0 149 239 A (NIPPON DENSO) 24. Juli 1985 siehe Abbildungen 1,3,4	5
A	EP 0 334 030 A (ROBERT BOSCH) 27. September 1989 siehe Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 33; Abbildungen 1,2	10
A	EP 0 284 769 A (EURATOM) 5. Oktober 1988 siehe Spalte 2, Zeile 5 - Zeile 12; Abbildung 1	10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. ...les Aktenzeichen
PCT/EP 98/02128

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3412351	A	10-10-1985	KEINE		
EP 0645291	A	29-03-1995	DE 69401887	D	10-04-1997
			DE 69401887	T	24-07-1997
			JP 7144629	A	06-06-1995
			US 5609400	A	11-03-1997
			US 5577815	A	26-11-1996
WO 9209836	A	11-06-1992	AT 397135	B	25-02-1994
			AT 395347	B	25-11-1992
			AT 156574	T	15-08-1997
			DE 59108819	D	11-09-1997
			EP 0559713	A	15-09-1993
			JP 6503150	T	07-04-1994
			US 5423347	A	13-06-1995
			AT 133091	A	15-06-1993
			AT 243390	A	15-04-1992
DE 3417383	A	14-11-1985	KEINE		
DE 4426152	A	28-03-1996	KEINE		
EP 0149239	A	24-07-1985	JP 60143283	A	29-07-1985
			DE 3470713	A	01-06-1988
			US 4619289	A	28-10-1986
EP 0334030	A	27-09-1989	DE 3810111	A	12-10-1989
			DE 58905989	D	02-12-1993
			JP 1284909	A	16-11-1989
EP 0284769	A	05-10-1988	LU 86797	A	02-03-1988
			DK 95488	A	28-08-1988